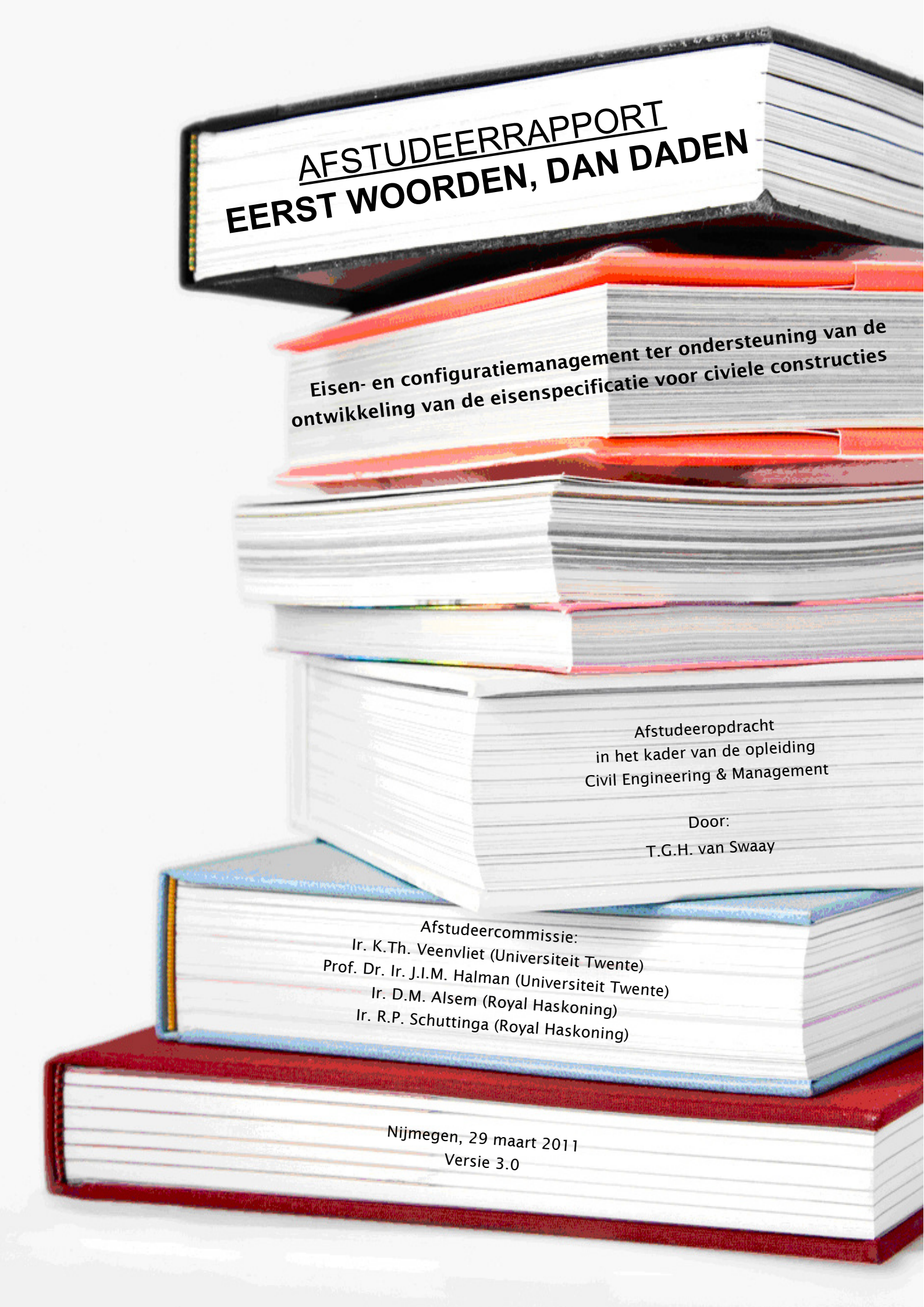




AFSTUDEERRAPPORT **EERST WOORDEN, DAN DADEN**

Eisen- en configuratiemanagement ter ondersteuning van de
ontwikkeling van de eisenspecificatie voor civiele constructies

Afstudeeropdracht
in het kader van de opleiding
Civil Engineering & Management

Door:
T.G.H. van Swaay

Afstudeercommissie:
Ir. K.Th. Veenfliet (Universiteit Twente)
Prof. Dr. Ir. J.I.M. Halman (Universiteit Twente)
Ir. D.M. Alsem (Royal Haskoning)
Ir. R.P. Schuttinga (Royal Haskoning)

Nijmegen, 29 maart 2011
Versie 3.0

AFSTUDEERRAPPORT

EERST WOORDEN, DAN DADEN

Eisen- en configuratiemanagement ter ondersteuning van de ontwikkeling van de eisenspecificatie voor civiele constructies

Afstudeeropdracht
in het kader van de opleiding
Civil Engineering & Management

Door:
T.G.H. van Swaay

Afstudeercommissie:
Ir. K.Th. Veenvliet (Universiteit Twente)
Prof.Dr.Ir. J.I.M. Halman (Universiteit Twente)
Ir. D.M. Alsem (Royal Haskoning)
Ir. R.P. Schuttinga (Royal Haskoning)

Nijmegen, 29 maart 2011
Versie 3.0

Our dilemma is that we hate change and love it at the same time;
what we really want is for things to remain the same but get better.
(Sydney J. Harris)

Voorwoord

Na een periode van ruim een jaar hard werken zal op 11 april 2011 een einde komen aan mijn afstudeeronderzoek. Dit betekent dan ook direct het einde van het studentenleven. Het is een mooie periode in mijn leven geweest waarin ik veel nieuwe vrienden heb gemaakt, verschillende landen van de wereld heb mogen zien, en niet onbelangrijk enige wijsheid op het gebied van Civiele Techniek heb vergaard. Leren zal ik uiteraard blijven doen, in mijn eerste echte baan bij Royal Haskoning. Hierin zal ik vooral praktisch gerichte kennis opdoen.

Tijdens het schrijven van dit voorwoord dwalen mijn gedachten af naar het begin van mijn studententijd in 2004. Wat een spannende tijd was dat! Ik herinner me een avond dat ik met een aankomend jaargenoot en vriend op het balkon van zijn flatje zat te filosoferen over de tijd die komen ging. De spanningen gierden door ons lijf. Inmiddels is het 7 jaar later en hebben we een vriendengroep voor het leven opgebouwd, waarmee we vele reizen hebben gemaakt, met als hoogtepunt de studiereis naar Zuid-Afrika. Daarnaast hebben we samen veel gelachen, maar ook gehuild. Dit hadden we in onze stoutste dromen niet kunnen bedenken, daar op dat balkonnetje. Ik bedank Gert-Ruben-Helen, Maarten-Marieke, Marc-Marlies, Werner, Frank, Arjan en onze “adoptiezoon” Berri voor de geweldige tijd en ik weet zeker dat er nog veel mooie ervaringen zullen volgen.

Ook mijn studentenhuus aan de Ottoweg 30 in Hengelo, midden in het industriële hart van Hengelo, zal altijd in mijn hart blijven. Ook hier viel altijd veel te lachen tijdens de gezellige avonden samen, maar je kon je er ook fijn terugtrekken. Ik bedank Peter, Willemijn, Kim, Laurens, Fred, Karen, Ronald, Yaranty, Jeroen, Tom en Sanne en hun vrienden voor de geweldige tijd.

Mijn afstudeeronderzoek bloeide op, op het moment dat ik in april 2010 een vaste plek kreeg in het kantoor in Nijmegen. Ik kreeg daar nuttig tegengas op mijn theoretische blik door de praktisch ingestelde werknemers. Graag wil ik Chris van Wijk bedanken, met wie ik een dagelijkse wandeling maakte door Nijmegen tijdens de pauze en die ik kon gebruiken als klankbord van mijn laatste bevindingen. En natuurlijk ook voor een gezellig gesprek. Natuurlijk bedank ik ook de andere werknemers van Haskoning die regelmatig interesse toonden in mijn afstudeeronderzoek, in het bijzonder de SE klankbordgroep binnen Royal Haskoning: de SE20. Uiteraard wil ik mijn interne begeleiders binnen Royal Haskoning bedanken: Daan Alsem, met wie ik geregeld verhitte discussies kon voeren die ons allebei vaak bruikbare nieuwe inzichten opleverden; en Robert Schuttinga met wie ik kon filosoferen over de praktische implicaties van de Systems Engineering-theorie. Ik wil Robert bij deze nogmaals feliciteren met de geboorte van zijn zoon Kai.

Natuurlijk wil ik mijn begeleiders vanuit de Universiteit Twente bedanken voor de manier waarop ze mij hebben ondersteund bij het in goede banen leiden van mijn onderzoek. De heer Halman voor zijn opbouwende commentaar op het gebied van mijn onderzoeksmethoden en technieken en de heer Veenvliet voor zijn inhoudelijke commentaar op het gebied van Systems Engineering en voor de steuntjes in de rug op het moment dat ik er even doorheen zat.

Ten slotte wil ik mijn ouders bedanken die mijn studietijd financieel mogelijk hebben gemaakt en altijd voor mij klaarstonden, ook wanneer ik hen nors benaderde. Ik waardeer dit heel erg.

Iedereen die ik nu nog vergeten ben: Bedankt!

Tom van Swaay

Revisiebeheer

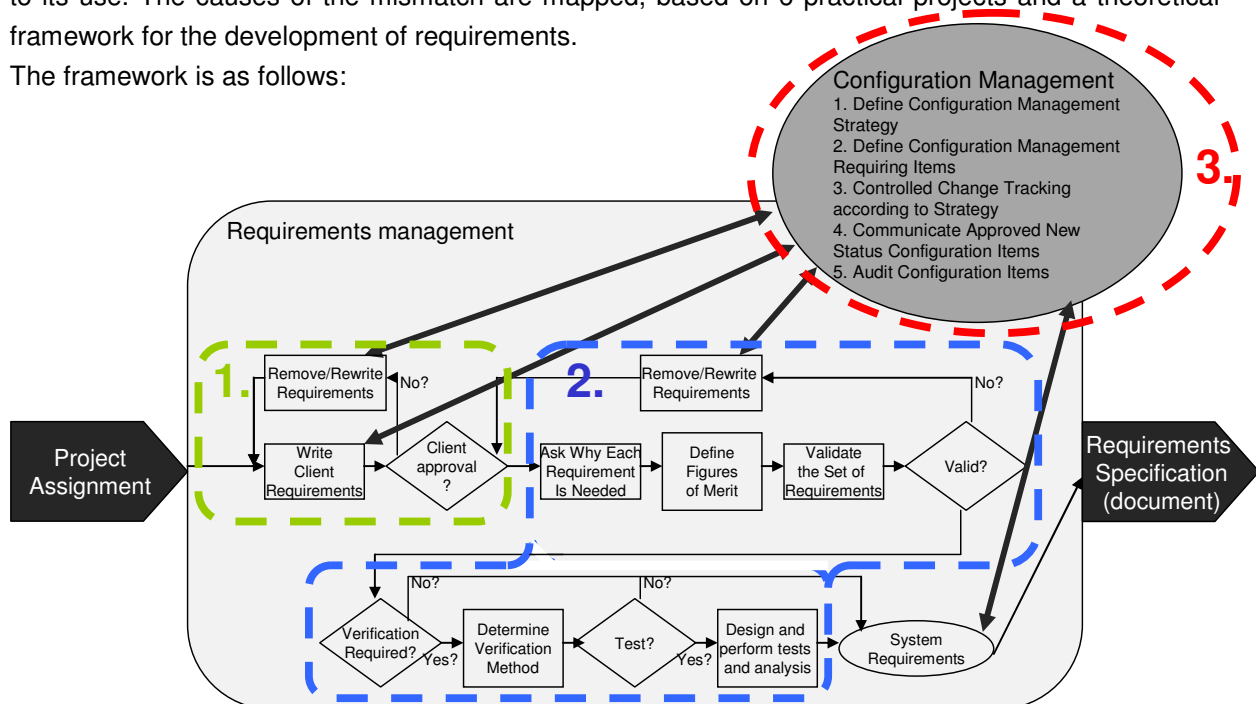
Datum	versie	Hoofdstuk/ paragraaf	Korte omschrijving van de wijziging
02-09-2010	0.1	§1.1	Eerste aanzet inleiding
03-09-2010	0.1	§1.1 en 1.2	Eerste aanzet probleemstelling en doelstelling
07-09-2010	0.1	H1, 2 en 3	Eerste aanzet theoretisch kader en huidige werkwijze
08-09-2010	1.0	-	Voorkant, revisiebeheer, inhoudsopgave, bronnen
10-09-2010	1.0	H3	hoofdstukkenkapstok, beschrijving huidige werkwijze
16-09-2010	1.0	H3	Beschrijving toegevoegde stappen Stappenplan SE
29-09-2010	1.1	H3,4	Invoegen bijlage Enquête, en hoofdstuk beschouwing
30-09-2010	1.1	H1,2,3	Start verw. commentaar afstudeercom. d.d. 29-09-2010
01-10-2010	1.1	H1,2	Herdefiniëren onderzoeksopzet en theoretisch kader
06-10-2010	1.2	H3	Huidige werkwijze zoals het is, ipv zoals het moet zijn
14/15-10-2010	1.2	H1	Tekstuele aanpassingen, tabellen praktijkprojecten
19-10-2010	1.3	§2.4	Raamwerk van de theorie in het onderzoek
20-10-2010	1.3	§2.2	Toevoegen theorie Hull: transitiefases van wijzigingen
21-10-2010	1.3	H2,3	Tekstuele wijzigingen, tabellen praktijkprojecten
22-10-2010	1.3	§2.1	Toev. theorie Kano: klanttevredenh. vs. eisenervulling
26-10-2010	1.3	H6	Opzet hoofdstuk verbeteringen
27-10-2010	1.3	Alle	Invoegen bijlage SE Producten, inkaderen figuren
28-10-2010	1.3	H4	Tekstuele wijzigingen
29-10-2010	1.3	§6.1	Bewerken paragraaf "Toevoegen van eisen"
01-11-2010	1.3	§4.7	Toevoegen paragraaf "Resumé"
2/5-11-2010	1.4	H4,6	Tekstuele wijzigingen
08-11-2010	1.4	§6.3,6.4,6.5	Aanvullen paragrafen Traceren, Verifiëren en Valideren
09-11-2010	1.4	§6.5,6.6	Aanvullen paragrafen Valideren en Goedkeuren
10-11-2010	1.5	§6.6,H8	Aanvullen paragr. Goedkeuren,begin hoofdst. Conclusie
11-11-2010	1.5	§3.6,4.7,6.7	Beantwoording onderzoeksvragen in de resums.
12-11-2010	1.5	H6	Schrijven conclusie
16-11-2010	1.5	Alle	Verwerken commentaar Alsem en Schuttinga
19-11-2010	1.5	Alle	Tekstueel nalopen alle hoofdstukken.
07/11-01-2011	1.6	H5	Opzetten hoofdstukken, verwerken enquetes
18-01-2011	1.6	Alle	Structureren inhoud
19-01-2011	1.6	H6	Conclusie van H6
24-01-2011	2.0	H7	Conclusie onderzoek + samenvatting
1/4-03-2011	2.0	H1	Verbeteren opzet
7/11-03-2011	2.0	Alle	Inhoudelijke verbeteringen
14/17-03-2011	2.0	H2-H7	Hoofdstukken beter op elkaar laten aansluiten
21/25-03-2011	2.0	Alle	Voorwoord, Resums, Conclusies
28-03-2011	3.0	Alle	Samenvattingen

Summary EN

Contractors prepare their bids for civil projects based on a the client's demand specification. The client outsources the development of the demand specification to engineering agencies, such as Royal Haskoning. The most important part of such a demand specification is the requirements document. In the requirements document the client describes his wishes and demands in a functional manner (in the past it was normal that the client described his project in a way that the contractor could almost directly start building). The contractor shall assume that the functional demand is carefully and properly formulated. However, when proposals for changes in requirements occur during the use of the requirements documents, it's shown in practice that these changes could have been prevented during the composition of the requirements. These changes take time and cost money.

This research comes up with a solution with which the requirements document can be better adjusted to its use. The causes of the mismatch are mapped, based on 6 practical projects and a theoretical framework for the development of requirements.

The framework is as follows:



From a set of relevant findings, a theory of Requirements- and Configuration Management and in co-operation with professionals within the company of Royal Haskoning, a concept is developed for drawing up requirements documents. In general the recommendations for Royal Haskoning are as follows (the following recommendations point to the encircled parts in the Figure with the same number):

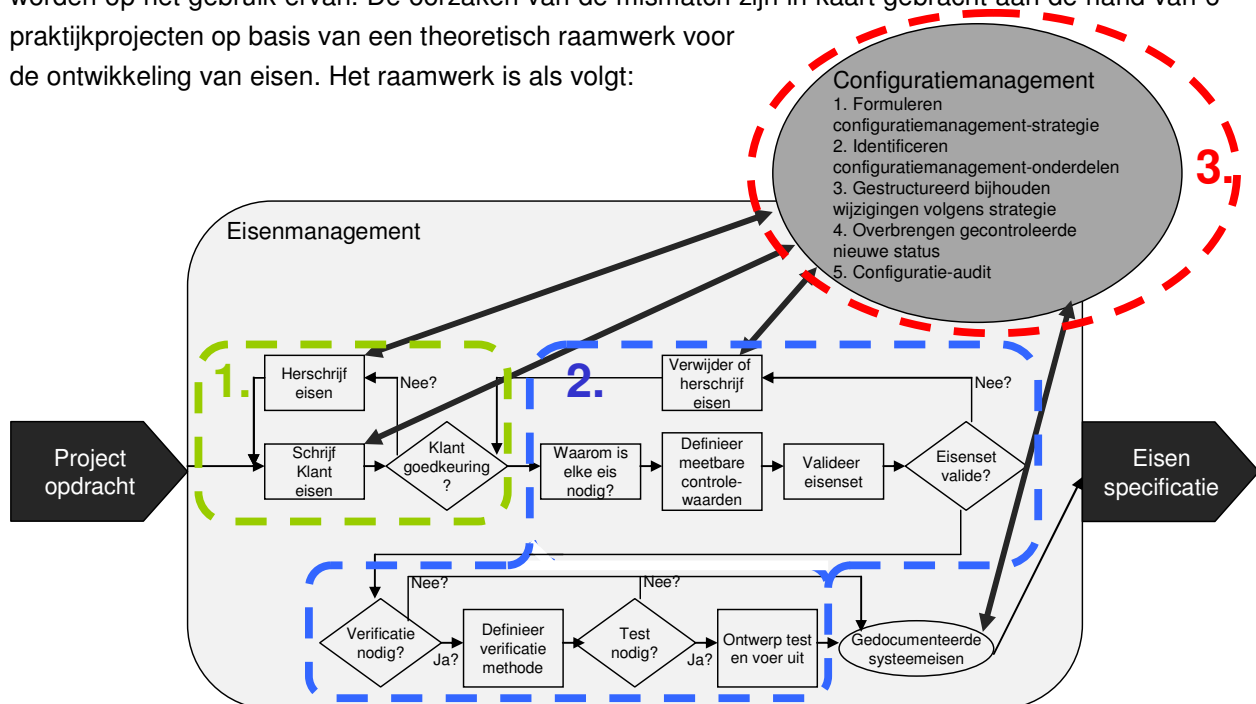
1. During the development of a requirements specification, several interactive sessions need to be organised to reach consensus between stakeholders about requirements and functions. The organisation of these sessions need to be continued during design and implementation phases.
2. Legitimacy of requirements is improved when every requirement has an initiator (requirement owner), a rationale (underlying thought) and a well-considered verification method. This ensures forward and backward traceability for each requirement.
3. (Changes in) Requirements should be administered in an intelligent web-based database, allowing management and facilitating traceability of (changes in) requirements.

Support for this concept is audited during an expert meeting with professionals from Royal Haskoning. The true value of the concept for drawing up requirements documents has to be proven after elaboration and by application of the concept in practice.

Samenvatting NL

Aannemers werken hun aanbiedingen steeds vaker uit op basis van een vraagspecificatie die door de opdrachtgever ter beschikking gesteld wordt. Een vraagspecificatie bevat een eisendocument waarmee de opdrachtgever functioneel beschrijft wat hij wenst. Hiermee beschrijft de opdrachtgever in de veelvoorkomende D&C-contracten alleen nog de vraag (de eisen). De opdrachtgever besteedt de ontwikkeling van een vraagspecificatie uit aan professionals van een ingenieurbureau, zoals Royal Haskoning. De aannemer mag er vanuit gaan dat die vraag zorgvuldig en correct geformuleerd is. Echter, wanneer voorstellen tot wijzigingen in de eisen ontstaan tijdens het gebruik van eisendocumenten, blijkt in de praktijk dat deze wijzigingen voorkomen hadden kunnen worden tijdens het opstellen van de eisen. Deze wijzigingen kosten tijd en geld.

In dit onderzoek is een oplossing aangedragen waarmee het eisendocument beter afgestemd kan worden op het gebruik ervan. De oorzaken van de mismatch zijn in kaart gebracht aan de hand van 6 praktijkprojecten op basis van een theoretisch raamwerk voor de ontwikkeling van eisen. Het raamwerk is als volgt:



Vanuit een set relevante bevindingen is op grond van de theorie van eisen- en configuratiemanagement en in samenwerking met professionals van Royal Haskoning een conceptuele werkwijze ontwikkeld voor het opstellen van eisendocumenten. De aanbevelingen voor Royal Haskoning zijn globaal als volgt (aanbeveling heeft invloed op omliggend deel uit Figuur met overeenkomstig nummer):

1. Er dienen tijdens de ontwikkeling van de eisenspecificatie meerdere interactieve sessies te worden georganiseerd om overeenstemming te bereiken tussen stakeholders over eisen en functies. De organisatie van de sessies wordt voortgezet tijdens ontwerpfasen en uitvoering.
2. Geldigheid van eisen wordt ondersteund door per eis een eisinitiator (eigenaar van de eis), rationale (gedachte achter de eis) en doordachte verificatiemethode te vermelden. Hiermee wordt bereikt dat elke eis voorwaarts en achterwaarts traceerbaar is.
3. (Wijzigingen in) Eisen dienen te worden beheerd in een intelligente web-based database waardoor eisenbeheer en traceerbaarheid van (wijzigingen van) eisen gefaciliteerd wordt.

Draagvlak voor dit concept is gebleken tijdens een expertmeeting met professionals van Royal Haskoning. De werkelijke waarde van het concept voor het opstellen van eisenspecificaties zal moeten blijken door nadere uitwerking en toepassing ervan in praktijk.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	15
1.1	Aanleiding	15
1.2	Het probleem	15
1.3	Probleemafbakening.....	16
1.4	Doelstelling	18
1.5	Onderzoeksmodel	18
1.6	Onderzoeksstrategie	19
1.7	Onderzoeksvraag	19
1.8	Opbouw van het verslag.....	19
2	Theoretisch kader	21
2.1	Eisenmanagement (EM).....	21
2.2	Configuratiemanagement (CM)	27
2.3	Informatie-uitwisseling en Communicatie (IUC)	30
2.4	Raamwerk EM, CM & IUC.....	32
3	Huidige werkwijze voor het ontwikkelen en beheren van eisen	34
3.1	Fase 1: Project structureren	37
3.2	Fase 2: Vaststellen van de klantvraag	39
3.3	Fase 3: Ontwikkelen van het systeem.....	40
3.4	Fase 4: Uitwerken tot Vraagspecificatie (VS).....	42
3.5	Resumé	44
4	Beschouwing eisen- en configuratiemanagementproces.....	47
4.1	Toevoegen van eisen	48
4.2	Wijzigen van eisen.....	50
4.3	Traceren van eisen	53
4.4	Valideren van eisen	55
4.5	Verifiëren van eisen	57
4.6	Goedkeuren van eisen	59
4.7	Resumé	61
5	SE20 over stellingen	64
6	Discussie	68
6.1	Toevoegen van eisen	68
6.2	Wijzigen van eisen.....	71
6.3	Traceren van eisen	74
6.4	Valideren van eisen	78
6.5	Verifiëren van eisen	80
6.6	Goedkeuren van eisen	81
6.7	Resumé	83
7	Conclusies en aanbevelingen	86
8	Bronnen	89

9	Verklarende begrippenlijst	91
10	Colofon	92
11	BIJLAGEN.....	93
A.	Bijlage: Beschrijvingen producten uit Stappenplan SE (RWS,2010)	94
B.	Bijlage: Resultaten producten in praktijkprojecten	98
C.	Bijlage: Interviews	103
D.	Bijlage: Vergelijking literatuur en praktijk	112
E.	Bijlage: Resultaten SE-20 enquête 1	117
F.	Bijlage: Enquête 2	128

FIGUREN

Figuur 1.1. Conflicten a.g.v. haperende eisenontwikkeling, mechanismen en ongunstige effecten.....	16
Figuur 1.2. Het Systems Engineering Proces.	18
Figuur 1.3. Onderzoeksmodel.	18
Figuur 2.1. Proces van het managen van eisen.....	22
Figuur 2.2. Kano's model van klanttevredenheid.	23
Figuur 2.3. Het schommelprobleem. Interpretaties.	24
Figuur 2.4. Eisen aan eisen.....	26
Figuur 2.5. Eisenbeheer.	26
Figuur 2.6. Eisenset onder invloed van verandering.	27
Figuur 2.7. Overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase.	29
Figuur 2.8. Het communicatieproces.....	30
Figuur 2.9. Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.	33
Figuur 3.1. Confrontatie raamwerk uit Figuur 2.9 met het RWS Stappenplan SE.....	36
Figuur 3.2. Versiebeheer SRS in project Watergraafsmeer.....	42
Figuur 3.3. Confrontatie raamwerk uit Figuur 2.9 met het RWS Stappenplan SE.....	46
Figuur 4.1. Stappen voor toevoegen van eisen.....	48
Figuur 4.2. Stappen voor het wijzigen van eisen.....	50
Figuur 4.3. Stappen voor het traceren van eisen.	53
Figuur 4.4. Stappen voor het valideren van eisen.....	55
Figuur 4.5. Stappen voor het verifiëren van eisen.....	57
Figuur 4.6. Stappen voor het goedkeuren van eisen.	59
Figuur 6.1. Stappen voor toevoegen van eisen.....	68
Figuur 6.2. Procedure SE-lite proces met 3 sessies.	70
Figuur 6.3. Stappen voor het wijzigen van eisen.....	71
Figuur 6.4. Stappen voor het traceren van eisen.	74
Figuur 6.5. Voorwaarts en achterwaarts traceren.	75
Figuur 6.6. Stappen voor het valideren van eisen.....	78
Figuur 6.7. Stappen voor het verifiëren van eisen.....	80
Figuur 6.8. Stappen voor het goedkeuren van eisen.	81
Figuur 7.1. Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.	86

TABELLEN

Tabel 1. Definitie opdrachtgever en opdrachtnemer.	17
Tabel 2. SE producten m.b.t. de projectstructurering in de zes praktijkprojecten.....	38
Tabel 3. SE producten m.b.t. vaststelling klantvraag in de zes praktijkprojecten.	39
Tabel 4. SE producten m.b.t. de ontwikkeling van het systeem in de zes praktijkprojecten.....	41
Tabel 5. SE producten m.b.t. de uitwerking van de vraagspecificatie in de zes praktijkprojecten.....	43

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de bouwwereld wordt door samenwerking van verschillende partijen een complex systeem tot stand gebracht. Tussen het moment dat de opdrachtgever het project opstart en het object daadwerkelijk in gebruik genomen wordt, kunnen jaren verstrijken. Een project kent altijd wijzigingen. Deze wijzigingen kunnen onder meer ontstaan door fouten in de eisen of het ontwerp, voortschrijdend inzicht en verandering in de omgevingen. Ondanks dat het project al in volle gang is, zullen wijzigingen worden doorgevoerd, mits de opdrachtgever zijn goedkeuring ervoor geeft.

UAV-gc-contracten¹ met Systems Engineering worden steeds meer gemeengoed in civiele projecten. Daarom is het voor de opdrachtgever belangrijk om op een gestructureerde manier een zo compleet mogelijke eisenspecificatie te ontwikkelen. Royal Haskoning houdt zich veel bezig met het opstellen van UAV-gc-contracten voor opdrachtgevers. De aannemer mag er vanuit gaan dat die vraag zorgvuldig en correct geformuleerd is. Echter, wanneer voorstellen tot wijzigingen in de eisen ontstaan tijdens het gebruik van eisendocumenten, blijkt in de praktijk dat deze wijzigingen voorkomen hadden kunnen worden tijdens het opstellen van de eisen (Wodajo, 2009). Er dient meer eenheid te worden gecreëerd door de best practices uit de projecten te combineren, aangevuld met oplossingen uit de literatuur.

Het is belangrijk dat de juiste informatie met betrekking tot de wijzigingen op het juiste moment op de juiste plaats aanwezig is en de informatie-uitwisseling en communicatie zijn dan ook erg belangrijk (Adriaanse, 2001). Uit een onderzoek van VISI (zoals geciteerd uit Adriaanse, 2001) komt naar voren dat projectmanagers in de praktijk ervaren dat de informatie-uitwisseling en communicatie behoren tot de grootste knelpunten in bouwprojecten. En omdat wijzigingen een grote invloed kunnen hebben op het verloop van een project, moet informatie hieromtrent met zorgvuldigheid worden uitgewisseld en gecommuniceerd.

1.2 Het probleem

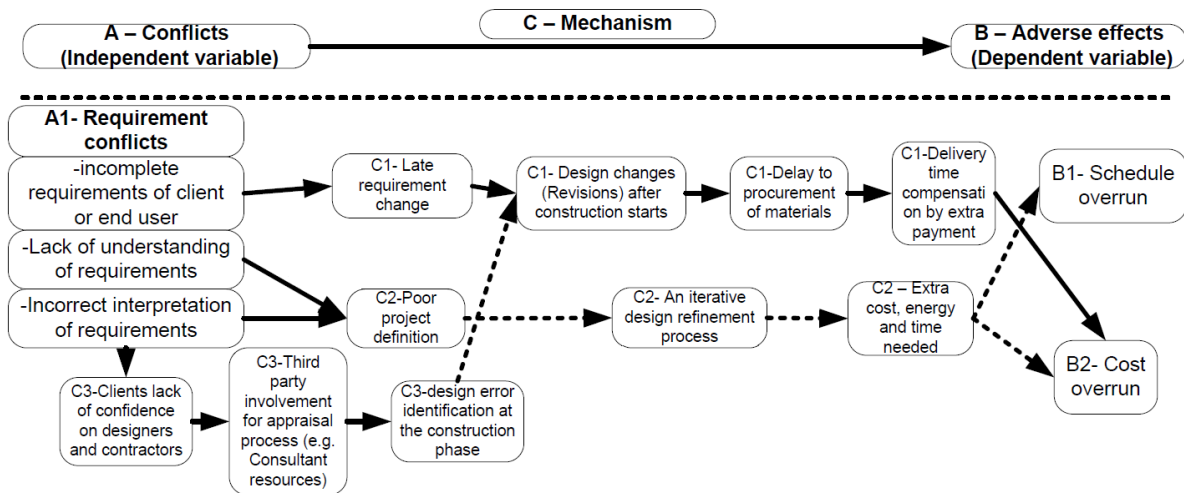
De informatie-uitwisseling en communicatie tussen (1) opdrachtgever van de eisenspecificatie, (2) andere stakeholders met eisen en (3) de samensteller van de eisenspecificatie² speelt een cruciale rol in ontwikkeling van zo'n eisenspecificatie. Het is volgens Royal Haskoning juist op dit punt waar de partijen elkaar te weinig vinden. Hierdoor ontstaan eisenspecificaties die in het algemeen voor verbetering vatbaar zijn, aldus Royal Haskoning, met name op het gebied van abstractieniveau van de eisen, SMART-variabelen (Specifiek, Meetbaar, Aantoonbaar, Realistisch en Tijdgebonden) en de samenhang tussen eisen.

Toch wordt zo'n eisenspecificatie door de opdrachtgevers vervolgens wel uitgezet in de markt, omdat er niets beters voor handen is. Vervolgens moeten dialogen tussen opdrachtgever (eisenleverancier) en opdrachtnemer (eisengebruiker) in de tender- en ontwerpfase ervoor zorgen dat het eindontwerp van de opdrachtnemer overeenkomt met de dan geldende eisen van de opdrachtgever en haar stakeholders. Dit betekent dat de scope en eisen wijzigen gedurende het ontwerpproces. Deze wijzigingen zijn enerzijds noodzakelijk, omdat ze zorgen voor verbeteringen van de prijs-kwaliteitverhouding van het product, maar Royal Haskoning merkt anderzijds dat een deel van de wijzigingen die tijdens het ontwerpproces en daarna zorgen voor meerwerk, tijdsoverschrijdingen en kostenoverschrijdingen,

¹ Contracten die voldoen aan de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contractvormen.

² Deze rol kan in projecten worden ingevuld door de overheid zelf of door een ingenieursbureau, zoals Royal Haskoning.

tijdens het opstellen van de eisen voorkomen hadden kunnen worden. De relatie tussen enerzijds onvolledige eisendocumenten en anderzijds meerwerk, tijdsoverschrijdingen en kostenoverschrijdingen wordt onderschreven door eerder onderzoek van Wodajo (2009, Figuur 1.1). Meerwerk, tijdsoverschrijdingen en kostenoverschrijdingen zijn niet altijd inzichtelijk en worden (soms bewust) verborgen gehouden voor de buitenwereld.



Figuur 1.1. Conflicten a.g.v. haperende eisenontwikkeling, mechanismen en ongunstige effecten.

Bron: Wodajo (2009).

Samenvattend wordt het volgende probleem onderkend:

Informatie-uitwisseling en communicatie tussen betrokkenen in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie voldoen niet aan de verwachtingen van Royal Haskoning. Het wijzigen van eisen tijdens de uitwerking van de vraag door de opdrachtnemer vergt vervolgens meer inspanning dan nodig om alsnog aan de eisenspecificatie van de opdrachtgever te voldoen.

1.3 Probleemafbakening

In het hierboven beschreven probleem worden verschillende algemene termen gebruikt. Deze termen moeten worden afgebakend om een behapbaar onderzoek vorm te geven.

Informatie-uitwisseling en communicatie: Tijdens de ontwikkeling van een eisenspecificatie vindt er informatie-uitwisseling en communicatie plaats. Dit is enerzijds in de vorm van projectdocumenten, zoals de projectopdracht, probleemdefinitie, functie- en objectenboom, etc. Anderzijds door middel van communicatiemiddelen zoals de vergadering, email of telefonisch contact. De projectdocumenten en genoemde communicatiemiddelen zullen worden onderzocht voor een zestal praktijkprojecten waarin Royal Haskoning betrokken is bij de ontwikkeling van de eisenspecificatie.

Betrokkenen: De informatie-uitwisseling en communicatie vindt in dit onderzoek primair plaats tussen de drie partijen: opdrachtgever, ingenieursbureau en aannemer. Met opdrachtgever wordt hier de opdrachtgever van het project bedoeld, vaak een overheid. Het ingenieursbureau kan namens de opdrachtgever optreden, maar ook namens de opdrachtnemer. De definitie van opdrachtgever en opdrachtnemer en de ondersteunende rol van het ingenieursbureau is in dit onderzoek als volgt afgebakend:

Tabel 1. Definitie opdrachtgever en opdrachtnemer.

Opdrachtgever (OG)	Opdrachtnemer (ON)
De klant	De leverancier
Publiek (overheid, bestaat uit meerdere diensten en/of externe belangengroepen/stakeholders) en/of privaat (projectontwikkelaar)	Aannemer en zo nodig onderaannemers
Eventueel ondersteund door ingenieursbureaus	Eventueel ondersteund door ingenieursbureaus
Eisenopsteller	Eisengebruiker
Keurt eisen goed	Leidt eisen af

Eisenspecificatie: ProRail en Rijkswaterstaat hebben de Vraagspecificatie gesplitst in twee delen: het deel 'Eisen' (ook wel Eisenspecificatie of deel 1 genoemd) en het deel 'Proces' (ook wel Statement of Work of SoW of deel 2 genoemd). Deze opsplitsing kunnen we zien als een indeling in WAT-eisen en HOE-eisen. In dit onderzoek wordt gekeken naar het deel 'Eisen'. De literatuur die daarbij hoort is de literatuur van Requirements Management en Requirements Engineering.

Ontwikkelproces van de eisenspecificatie: Dit proces loopt van het moment dat Royal Haskoning wordt ingeschakeld door de opdrachtgever in de vorm van een projectopdracht voor een eisenspecificatie, tot het moment dat de eisenspecificatie, als onderdeel van de vraagspecificatie wordt uitgezet op de markt. Door ook opdrachtnemers te vragen naar hun oordeel over de eisenspecificatie, wordt getracht een objectief beeld te krijgen van de bruikbaarheid van een eisenspecificatie. Daarom worden ook eisen(-wijzigingen) in de ontwerpfase van de aannemer onder de loep genomen.

De verwachtingen van Royal Haskoning: In samenspraak met Royal Haskoning is vastgesteld dat de informatie-uitwisseling en communicatie verbetert als:

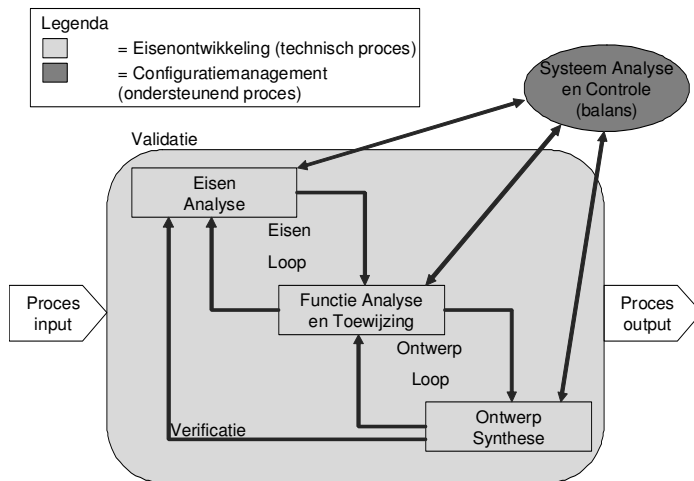
- ontwerpen traceerbaar zijn naar eisen,
- er controle is over veranderingen en deze zijn vastgelegd,
- raakvlakken zijn gedefinieerd,
- er consistentie bestaat tussen het product en zijn documentatie.

Bovengenoemde voorwaarden zijn volgens het Amerikaanse Department of Defense (2001) de kenmerken van toepassing van configuratiemanagement. De volgende stappen moeten worden doorlopen om configuratiemanagement succesvol uit te voeren:

- Formuleren configuratiemanagement-strategie
- Identificeren configuratiemanagement-onderdelen
- Gestructureerd bijhouden wijzigingen volgens strategie
- Overbrengen gecontroleerde nieuwe status
- Configuratie-audit

Over deze stappen meer in §2.2. Door configuratiemanagement toe te passen is op een ordelijke manier een systeem te ontwikkelen en informatie-uitwisseling en communicatie te structureren. Door expliciet te werken wordt meer vastgelegd, waardoor het belang van een gestructureerde aanpak van vastleggen en centraal beschikbaar stellen toeneemt, volgens de Denktank SE (2010). Het gaat hierbij primair niet om archivering, maar vooral om het toegankelijk maken van informatie zodat de processen van het projectteam beheerst kunnen worden ondersteund.

Eisenontwikkeling (Requirements Engineering) is het technische proces binnen Systems Engineering (Figuur 1.2). In dit onderzoek wordt gefocust op de bijdrage van configuratiemanagement in de informatie-uitwisseling en communicatie als ondersteunend proces van de eisenontwikkeling.



Figuur 1.2. Het Systems Engineering Proces.

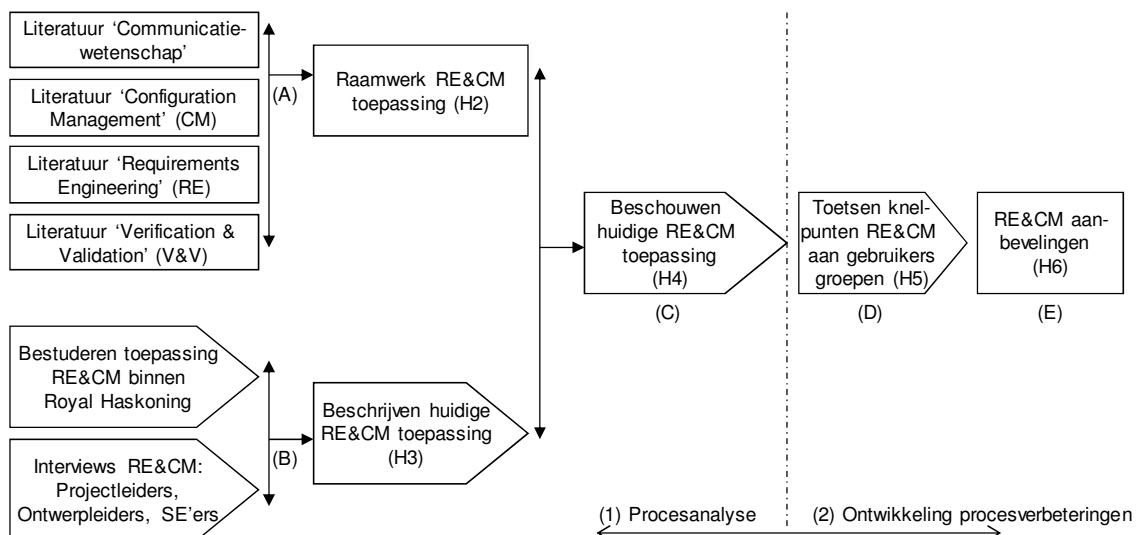
Bron: Department of Defense (2001).

1.4 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om de informatie-uitwisseling en communicatie tussen de betrokkenen (opstellers en gebruikers van eisen) in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie te verbeteren aan de hand van eisen- en configuratiemanagementfuncties.

1.5 Onderzoeksmodel

Om de doelstelling te bereiken zullen verschillende stappen worden gezet. Deze stappen worden weergegeven in het onderzoeksmodel in Figuur 1.3. Onder het figuur volgt een korte beschrijving van de stappen. Tevens is bij de blokken aangegeven in welk hoofdstuk het aan de orde komt.



Figuur 1.3. Onderzoeksmodel.

Bron: Gebaseerd op de theorie van Verschuren en Doorewaard (2005).

1.6 Onderzoeksstrategie

Voor elke stap in het onderzoeksmodel (Figuur 1.3) dient vervolgens te worden aangegeven hoe dit zal worden uitgevoerd. Dit is de onderzoeksstrategie.

- (A) Bureauonderzoek: Een bestudering van de literatuur en bronnen over Communicatie, Configuratiemanagement (CM), Requirements Engineering (RE) en Verificatie & Validatie (V&V) levert het benodigde raamwerk voor de toepassing van RE en CM.
- (B) Casestudie: Vervolgens wordt de uitvoering van RE en CM in de praktijk beschreven door bestudering van een selectie projectcases. Dit gebeurt door de processtappen te doorgronden, door een diepte analyse van de schriftelijke en digitale projectbronnen. Daarnaast vinden interviews plaats met projectleiders, ontwerpleiders en SE-ers.
- (C) Casestudie: Aan de hand van opmerkingen in de interviews en eigen standpunten zal vervolgens de werkwijze worden beschouwd waaruit knelpunten zullen volgen, die waar mogelijk worden gestaafd door de literatuur.
- (D) Survey: De knelpunten uit de casestudy worden vervolgens voorgelegd aan de SE-experts van Royal Haskoning (de SE20).
- (E) Casestudie: Uit de literatuur, de praktijkervaring van Royal Haskoning en de beschouwing en verklaring van de praktijktoepassing worden vervolgens aanbevelingen gedestilleerd, voor het gebruik van RE en CM (E). Deze aanbevelingen worden vervolgens gevalideerd door de SE-experts van Royal Haskoning aan de hand van een enquête en workshop.

1.7 Onderzoeksvraag

Hoe kan het beheer en de communicatie van informatie in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie worden verbeterd aan de hand van eisen- en configuratiemanagementfuncties?

De hierboven beschreven hoofdvraag wordt beantwoord met behulp van onderstaande deelvragen. Bij de deelvragen is aangegeven in welk hoofdstuk ze aan de orde komen.

1. Welke stappen nemen een opdrachtgever en opdrachtnemer in het proces van 'het probleem van de opdrachtgever' tot 'de oplevering van de eisenspecificatie' volgens SE? En hoe beheeren opdrachtgever (OG), en opdrachtnemer (ON) eisenwijzigingen in de praktijk (H3)?
2. Welke invloed hebben de eisen- en configuratiemanagement functies op de informatie-uitwisseling en communicatie tussen OG en ON in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie (H4)?
3. Welke van de eventuele knelpunten in het eisen- en configuratiemanagement in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie worden onderkend door de SE experts van Royal Haskoning (H5)?
4. Welke verbeteringen zijn mogelijk in het beheer van eisen(wijzigingen), gebaseerd op ervaringen uit bestaande projecten en bestaande literatuur (H6)? En is er draagvlak voor binnen Royal Haskoning (H6)?

1.8 Opbouw van het verslag

In hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader uitgewerkt bestaande uit eisenmanagement (§2.1), configuratiemanagement (§2.2) en de communicatietheorie (§2.3). Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van de huidige werkwijze in het SE-proces zoals dat binnen verschillende afdelin-

gen van Royal Haskoning wordt toegepast. In hoofdstuk 4 volgt een beschouwing en verklaring van de knelpunten in de huidige werkwijze aan de hand van literatuur en interviews. In hoofdstuk 5 volgt een selectie van de belangrijkste knelpunten in de huidige werkwijze aan de hand van een enquête onder de SE-experts van Royal Haskoning (SE20-groep). In hoofdstuk 6 zal een discussie worden gehouden over de mogelijkheden om de in hoofdstuk 5 geselecteerde knelpunten te verhelpen. Ook resultaten van die discussie zullen worden voorgelegd aan de SE-experts van Royal Haskoning om te controleren of er draagvlak voor is. Het onderzoeksverslag eindigt met conclusies en aanbevelingen.

2 Theoretisch kader

In dit hoofdstuk zullen de belangrijkste aandachtsgebieden van dit onderzoek, te weten eisenmanagement (§2.1), configuratiemanagement (§2.2) en informatie-uitwisseling en communicatie (§2.3) nader worden toegelicht aan de hand van literatuur over de betreffende onderwerpen. De hieronder beschreven literatuur wordt ten slotte in §2.4 gevat in een raamwerk. Het raamwerk wordt in dit onderzoek gebruikt om met betrekking tot de SE-toepassing binnen Royal Haskoning de huidige stand van zaken vast te stellen, knelpunten te ontdekken en verbeteringen aan te kunnen dragen. Nu volgt eerst een korte beschrijving van de onderzoeksmethode.

Onderzoeksmethode van dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk worden de volgende drie stappen doorlopen:

1. Verzamelen van de benodigde literatuur over eisen en configuraties van eisen

Het verzamelen van de literatuur en bronnen via Google Scholar met de hoofdzoektermen: Informatie- en Communicatietechnologie, Configuration Management (CM), Requirements Engineering (RE) Client Requirements en Verification & Validation (V&V). Daarnaast zijn artikelen geraadpleegd uit de bronnenlijsten van interessante literatuur. Deze literatuur is gecompleteerd door bronnen aanbevolen door de afstudeerbegeleiding. Wat hierbij opvalt is dat vooral voor de ICT veel is geschreven met betrekking tot de eisenontwikkeling.

2. Beschrijven van relevante bestaande literatuur over dit onderwerp

De selectie van relevante literatuur is uitgevoerd door de vraag te stellen of het een bijdrage zou kunnen leveren aan een verbetering van (§1.3):

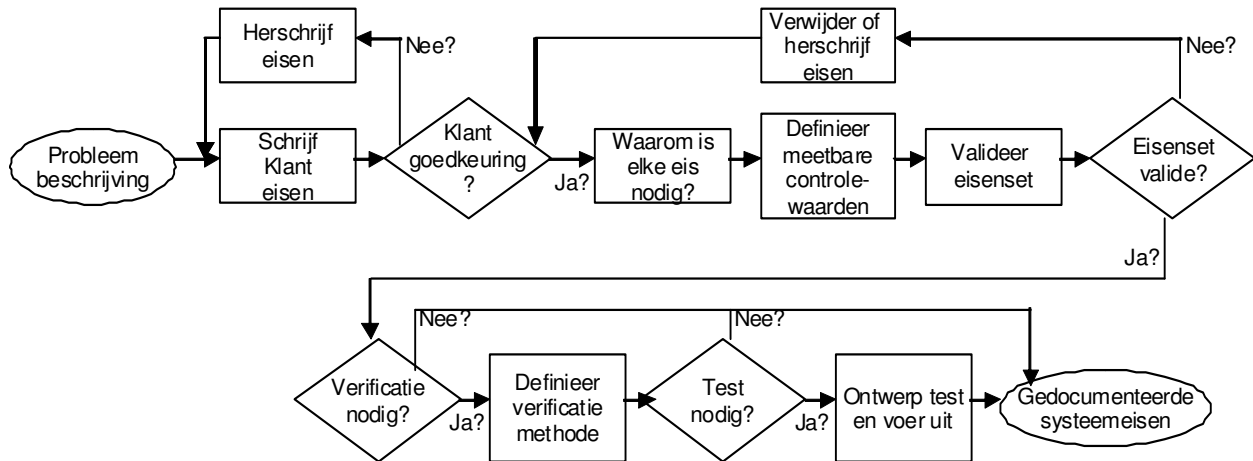
- Traceerbaarheid van ontwerpen naar eisen,
- Controle over en vastlegging van veranderingen in eisen,
- Definiëring en begrijpbaar maken van raakvlakken,
- Consistentie tussen het product en zijn documentatie.

3. Vormen van een theoretisch raamwerk voor analyse van de praktijk

Vervolgens is een raamwerk ontwikkeld waarin getracht is de geselecteerde literatuur aan elkaar te koppelen.

2.1 Eisenmanagement (EM)

Succesvolle projecten zijn onder meer afhankelijk van het voldoen aan behoeftes en eisen van de stakeholders. Wanneer een systeem complex is of een lange realisatietijd heeft, dan is een formeel eisenmanagement proces van groot belang. Eisenmanagement bestaat uit de definiëring, analyse, verificatie en validatie van eisen en daarbij horen ook de communicatie en onderhandelingen met de betrokken partijen. Het proces van het managen van eisen (Figuur 2.1) is de basis voor het creëren van een effectief systeem. Het proces van het managen van eisen loopt door gedurende de hele levenscyclus van een bouwproject, van het probleem tot de sloop van het bouwwerk.



Figuur 2.1. Proces van het managen van eisen.

Bron: Bahill & Dean (1997).

In de volgende paragrafen worden de stappen uit Figuur 2.1 toegelicht. Bij elke paragraaf is grafisch aangegeven op welk deel van het proces in Figuur 2.1 het van toepassing is.

2.1.1. Het definiëren van klanteisen

Het doel van eisenontwikkeling is volgens Davis en Zowghi (2004),

(1) om de waarschijnlijkheid te vergroten dat het juiste systeem zal worden gebouwd, en (2) dat het, wanneer het gebouwd is, voldoet

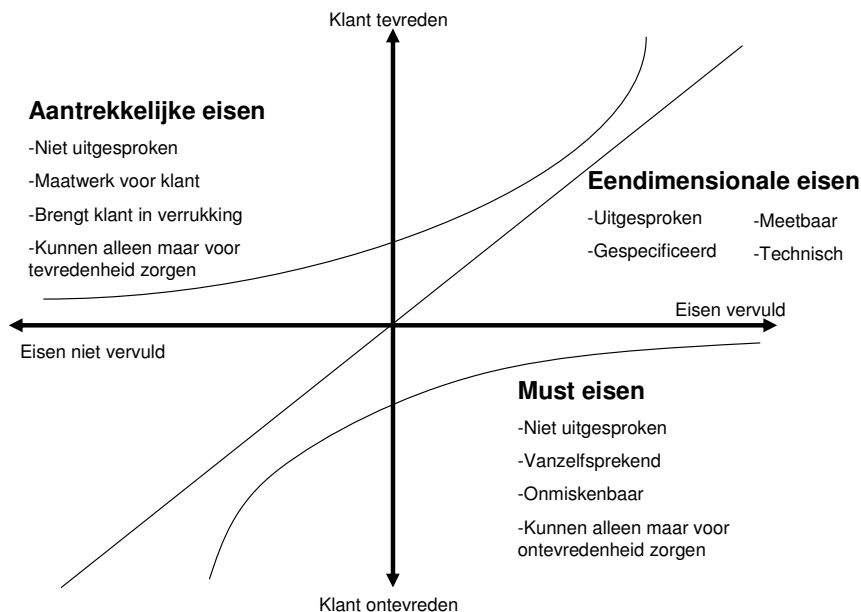
aan de wensen en eisen van de klant op een acceptabel niveau. Allereerst moet er een probleem worden geopperd door de klant, dat wordt vastgelegd in de vorm van een statement. Hierbij moet rekening gehouden worden met de beperkte kennis van de klant in het verwoorden van een 'goede' uitvraag. Mogelijke oorzaken die Rijkswaterstaat (2009) aangeeft zijn ontbrekende projectinformatie, theoretische kennis en tijd.

Het statement bestaat uit beschrijvingen van 'wat' er gerealiseerd moet worden (functies), maar niet 'wat exact' en 'hoe' dit moet worden gedaan (geen oplossingen). De eisen bevinden zich in het 'probleem domein' (Hull, 2005). Volgens Hull (2005) komt het veel voor dat klanten hun eisen uiten in de vorm van oplossingen. Het is dan aan de eisenontwikkelaar om te achterhalen of deze specifieke oplossing voor de klant noodzakelijk is, of dat het een onnodige beperking is van de ontwerpruimte.

Bij het definiëren van eisen moet men rekening houden met het hoogste doel, namelijk het tevreden stellen van de klant. Klanttevredenheid wordt vaak gezien in een eendimensionaal model; hoe hoger de kwaliteit van het product, hoe hoger de klanttevredenheid. Hinterhuber, Sauerwein, Bailom, Matzler (1993) onderbouwen met het Kano-model dat dit eenzijdige model niet voldoet. Het Kano-model maakt onderscheid tussen must (must be), eendimensionale (one dimensional) en aantrekkelijke (attractive) eisen. Het Kano-model wordt weergegeven in Figuur 2.2.

1. Wanneer must-eisen niet vervuld zijn, zal de opdrachtgever erg ontevreden zijn en omdat de opdrachtgever de eisen als vanzelfsprekend beschouwt, zal het voldoen aan deze eisen niet tot verhoogde tevredenheid zorgen bij de opdrachtgever. Omdat deze eisen vanzelfsprekend zijn zal de opdrachtgever ze niet altijd letterlijk benoemen. In dat geval moeten ze dus door opdrachtnemers worden opgesteld of afgeleid. Must-eisen zijn bijvoorbeeld de NEN-normen over sterkte, stijfheid en stabiliteit van een viaduct.
2. Voor de eendimensionale eisen geldt dat de klanttevredenheid proportioneel toeneemt met mate van vervulling van de eis. Hoe beter men voldoet aan deze eis hoe hoger de klanttevredenheid

- en omgekeerd. Deze eisen zullen door de opdrachtgever expliciet genoemd worden. Een voorbeeld van een eendimensionale eis kan zijn dat een verkeersknooppunt gemotoriseerd verkeer dient af te wikkelen. Hoe beter het knooppunt dit faciliteert, hoe beter aan de eis wordt voldaan.
3. De aantrekkelijke eisen zorgen voor de grootste verhoging van de klanttevredenheid. De aantrekkelijke eisen worden niet expliciet door de klant geuit en worden dus ook niet verwacht. Deze eisen worden voorgesteld door opdrachtnemers. Het vervullen van deze eisen zorgt bij de klant voor meer dan proportionele tevredenheid. Een voorbeeld van zo'n eis is een innovatieve oplossing van waterkeren, waardoor een viaduct in een dijk in gebruik kan blijven bij extreem hoogwater, tegen lagere gebruikskosten. De klant komt hier niet zelf mee, omdat hij niet weet van de mogelijkheden, maar de klant wordt hier wel erg blij van.



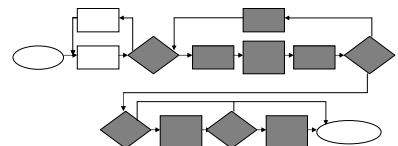
Figuur 2.2. Kano's model van klanttevredenheid.

Bron: Hinterhuber, Sauerwein, Bailom, Matzler (1993).

Hinterhuber et al. (1993) geven aan dat de klant het best tevredengesteld kan worden door alle must-eisen te vervullen, concurrerend te zijn op het gebied van de eendimensionale eisen en uit te blinken betreffende de aantrekkelijke eisen. De eerste functionele beschrijvingen dienen, volgens Rijkswaterstaat (2010), te worden goedgekeurd door de klant.

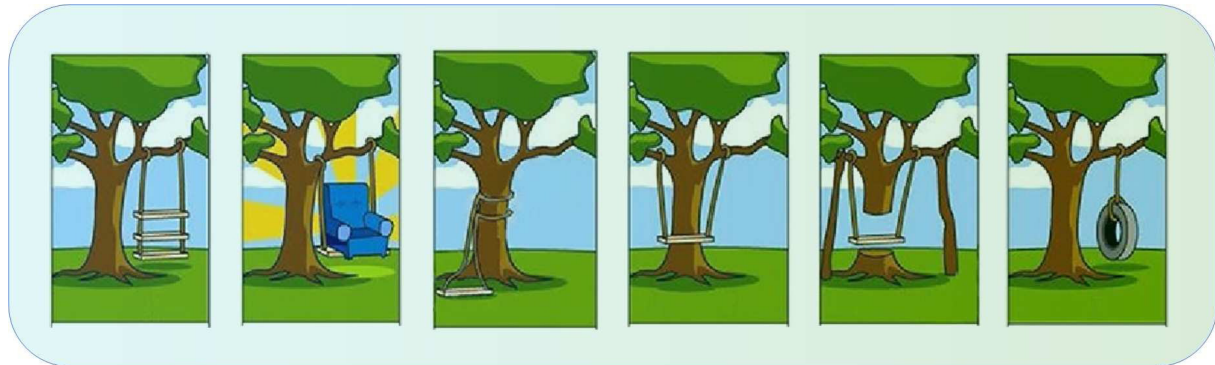
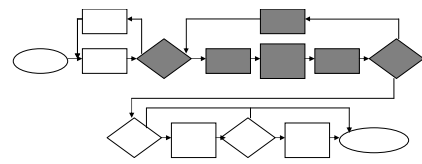
2.1.2. Het analyseren van de eisen

Nu de klant-eisen zijn vastgesteld, vraagt men zich vervolgens af of elke eis nodig is en moeten meetbare controlewaarden aan de eis worden gekoppeld. Omdat er in de meeste projecten verschillende stakeholders te identificeren zijn, moet overeenstemming worden bereikt tussen deze stakeholders, om elkaar tegensprekende eisen, of eisen die niet naast elkaar kunnen bestaan, te vermijden. Dit proces is onderdeel van de validatie van de eisenset. Vervolgens moet worden bepaald hoe de eisen worden geverifieerd. Daarna kunnen de eisen worden vastgelegd in het systeemspecificatiedocument, zo niet dan moeten de eisen worden geherformuleerd of dienen afgeleide eisen te worden opgesteld. Ten slotte dienen de klanten opnieuw hun goedkeuring te geven.



2.1.3. Het valideren van de eisen

De meest gangbare interpretatie is dat validatie de vraag beantwoordt of het goede gedaan gaat worden. Het systeem moet gaan doen wat ervan verwacht wordt. Hiermee wordt verzekerd dat het systeem gaat voldoen aan de wens van de klant. Dat dit geen vanzelfsprekendheid is, wordt mooi verwoord door het schommelprobleem (Figuur 2.3).



Figuur 2.3. Het schommelprobleem. Interpretaties.

Bron: Overgenomen uit Rijkswaterstaat et al. (2008).

Validatie en verificatie worden vaak door elkaar gebruikt, maar zijn onmiskenbaar verschillend. Bij verificatie wordt gekeken of het systeem voldoet aan de vastgelegde eisen. Bij validatie wordt gecontroleerd of het systeem wel daadwerkelijk gaat voldoen aan hetgeen de klant wenst, oftewel of het goede systeem wordt gebouwd (Wiegers, 2003). Validatie wordt niet altijd expliciet vastgelegd. Verificatie kan gezien worden als onderdeel van validatie (Preece, n.d.): het is immers onwaarschijnlijk dat een systeem dat niet juist is gebouwd (verificatie) wel het juiste systeem is (validatie). Validatie is daarentegen geen onderdeel van verificatie: Het systeem kan onjuist zijn (validatie), maar wel juist gebouwd worden (verificatie). De eissteller verstrekt dus de onjuiste informatie, terwijl de eisgebruiker met de informatie die hij krijgt zijn best doet om de eis juist te verwerken.

Met validatie wordt gekeken of het geplande systeem past in de beoogde operationele omgeving en in die omgeving gaat doen wat het zal moeten doen (Wiegers, 2003). Validatie vindt plaats tijdens eisenontwikkeling (Figuur 2.1) en na uitvoering. Bij validatie wordt gekeken of een eis *prioriteit* heeft en *correct*, *noodzakelijk* en *uitvoerbaar* is (Zie Figuur 2.4). Daarnaast wordt onderzocht of de set eisen *ondubbelzinnig*, *consistent* en *compleet* is (Katasonov en Sakkinen, 2006). Als dit niet het geval is dient de eis te worden geherformuleerd of afgeleid in meetbare eisen.

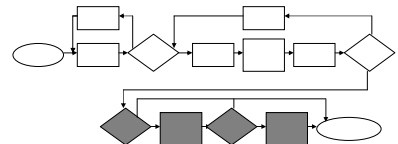
De meest effectieve manier van werken is om klanten, stakeholders en eindgebruikers bij de validatie te betrekken (Cook, 2002). Het betrekken van eindgebruikers is moeilijk in civiele projecten, omdat zij van tevoren vaak niet bekend zijn en ook achteraf niet eenvoudig kunnen worden geraadpleegd. De gebruikers van civiele bouwwerken zijn meestal anoniem.

Volgens Bahill en Henderson (2004) moet een praktijkoplossing kunnen worden gebouwd en getest om te bewijzen dat de oplossing voldoet aan de eisen. Bahill en Henderson stellen dat het validatieproces aangeeft dat een project moet worden gestopt, wanneer de klant bij wijze van spreken een perpetuum mobile eist. Dit is namelijk een onmogelijke opgave. In de civiele techniek maakt men, in tegenstelling tot de meeste productieprocessen, voornamelijk eenmalige producten (Dorée, 1996). Het testobject is in de bouwwereld dan ook in bijna alle gevallen het eindproduct. Het is moeilijk om vooraf volledig na te gaan of van het civiele systeem geen eigenschappen van het spreekwoordelijke perpetuum mobile worden geëist.

Het validatieproces moet worden geleid door de eisenontwikkelaar en de opdrachtgever heeft het laatste woord in de discussie om een eis of systeem te valideren (de opdrachtgever kan ook de eisenontwikkelaar zijn). Wiegers (2003) geeft aan dat testen van de eisen (verificatie) en testen van het systeem als geheel (validatie) een synergetische relatie hebben, omdat ze een complementerende kijk op het systeem geven. Volgens Wiegers (2003) bespaart elke gedetecteerde fout in de ontwikkelfase van een systeem een substantiële hoeveelheid tijd en kosten. In positieve zin kan de eisenontwikkelaar in de validatiefase mogelijkheden (functies) aandragen die de verwachting van de klant overtreffen en daarvan zal de klant erg blij worden. Dit zijn de “attractieve eisen” uit het Kano-model (Hinterhuber et al., 1993).

2.1.4. Het verifiëren van de eisen

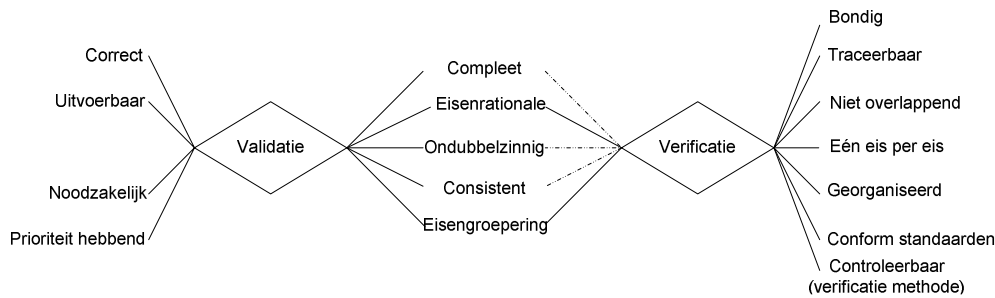
Verificatie beantwoordt de vraag of het goed gedaan is. Verificatie houdt, volgens Bahill en Henderson (2004), in dat het systeem elke vastgelegde eis inwilligt. Voor elke eis dient de verificatiemethode, de manier waarop een eis moet worden geverifieerd, te worden bepaald voordat de eis een systeem-eis wordt, zoals weergegeven in Figuur 2.1. Bahill en Dean (1997) geven aan dat door vooraf na te denken over de verificatiemethode direct ook nagedacht wordt over het SMART formuleren van de betreffende eis. De verificatiemethoden dienen te worden vastgelegd in het verificatieplan.



Het verifiëren van een eis kan gedaan worden door logische argumentatie, inspectie, simulatie of expertbeoordeling. Het systeem moet voldoen aan zijn eisen en aan zijn ontwerp. Katasonov en Sakkinen (2006) geven aan dat bij verificatie wordt onderzocht of een eis *bondig*, *traceerbaar*, *niet overlappend*, *georganiseerd*, *gestandaardiseerd* en *controleerbaar* is. Volgens Katasonov en Sakkinen staan *compleetheid*, *ondubbelzinnigheid* en *consistentie* ongeveer in het midden tussen verificatie en validatie (zie Figuur 2.4). *Compleetheid*, *ondubbelzinnigheid* en *consistentie* moeten worden gevalideerd maar zijn soms al met verificatie te checken. In dat geval kan zonder veel specifieke kennis van het systeem worden geïdentificeerd of eraan voldaan wordt. In de meeste gevallen echter is validatie nodig om *compleetheid*, *ondubbelzinnigheid* of *consistentie* te garanderen.

Een verificatie-eis die Tran en Kasser (2005) vermelden in hun artikel is dat een eis maar één gedachte verwoordt. Een eis mag dus niet meervoudig zijn. Ten eerste omdat deze delen van de eis apart geverifieerd dienen te worden en ten tweede omdat het tot gevolg kan hebben dat een deel van de eistentekst over het hoofd gezien wordt. De subeisen dienen onder de hoofdeis te worden aangegeven (eis 1a, 1b, 1c, etc.). Ook stippen Tran en Kasser het groeperen per functie aan. Dit is van belang voor zowel verificatie als validatie en verhoogt de traceerbaarheid.

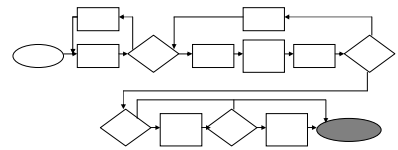
Kar en Bailey (in Tran en Kasser, 2005) geven daarnaast als gewenste ‘eisen aan eisen’ de aanwezigheid van een *rationale* voor de eis. Een rationale is de achterliggende gedachte van een eis, aangevuld door bijvoorbeeld de initiator van de eis en gemaakte ontwerpbeslissingen. Kar en Bailey noemen daarnaast de aanwezigheid van een *verificatie methode* en *risico-omschrijving* (onder meer geschatte kosten en tijdsplanning) als gewenste ‘eisen aan eisen’. De rationale is zowel van belang voor de validatie als voor de verificatie en is, in Figuur 2.4, naast ‘traceerbaarheid’ als extra ‘eis aan eisen’ toegevoegd aan het originele schema van Katasonov en Sakkinen (2006). De eisen die kunnen worden geverifieerd in het Kano-model (Hinterhuber e.a., 1993) zijn de eendimensionale en must-eisen, omdat deze, in tegenstelling tot attractieve eisen, meetbaar zijn vastgelegd (zie ook §2.1.1).



Figuur 2.4. Eisen aan eisen.

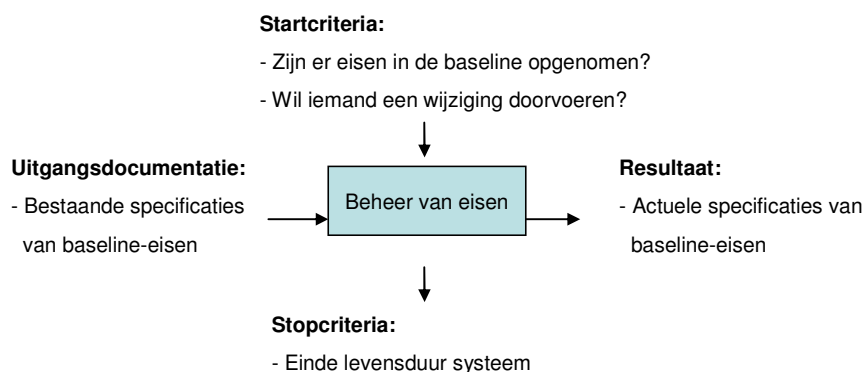
Bron: Vrij naar Katasonov en Sakkinen (2006), met toevoegingen uit Tran en Kasser (2005) en Kar en Bailey (2005).

Wanneer de eisenset voldoet aan de 'eisen aan eisen', worden de eisen vastgelegd als systeemeisen. Daarmee komen ze terecht in het 'oplossingen domein' (Hull, 2005). Nu is op een abstracte manier vastgelegd wat (welke eisen) het systeem zal gaan vervullen. Dit is de inhoud van de eisenspecificatie.



2.1.5. Het beheer van eisen

Het doel van eisenbeheer is het in stand houden van de overeenstemming over de eisen tussen de opdrachtgever, opdrachtnemer en hun omgeving. Het is een illusie om te veronderstellen dat eenmaal overeengekomen eisen niet meer zullen wijzigen (De Swart, 2010). Wijzigingen kunnen bijvoorbeeld worden veroorzaakt door veranderingen in de omgeving of voortschrijdend inzicht. Eisenbeheer bevat, volgens De Swart (2010) alle activiteiten die nodig zijn om verantwoord wijzigingen in en uitbreidingen op de overeengekomen eisen door te voeren (Figuur 2.5). Iedereen die iets wil wijzigen dient daartoe een verzoek in. Daarna kijkt een eisenanalist of de wijziging duidelijk is en vraagt naar de achterliggende reden en exacte inhoud. Door het nalopen van de stappen uit Figuur 2.1 controleert de eisenanalist of de wijziging bijdraagt aan (de ontwikkeling van) het systeem als geheel. Daarna wordt de wijziging afgewezen of gehonoreerd. De gehonoreerde eisen worden vastgelegd als een nieuwe versie in de eisenset. Vervolgens wordt de eis opgenomen in de specificatie. Daarbij noteert de eisenanalist: de wijziging zelf, de datum, de eisensteller, de reden van de wijziging en het verband met bovenliggende abstracte eisen en onderliggende systeemonderdelen.



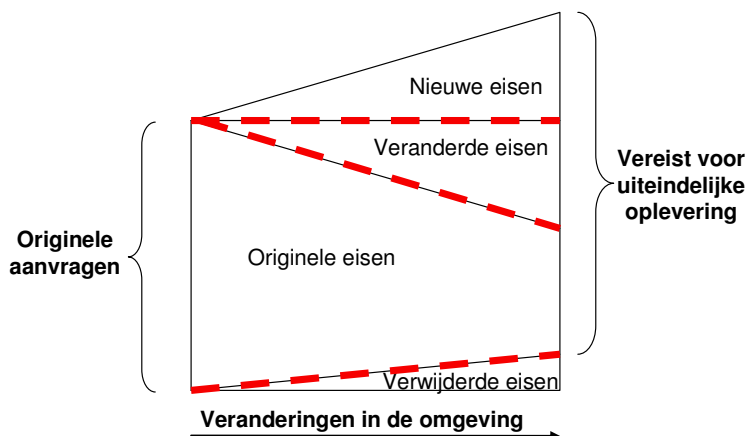
Figuur 2.5. Eisenbeheer.

Bron: De Swart (2010).

Verandering van de eisen in de uitvoeringsfase en gebruiksfase valt buiten de scope van dit onderzoek. Veranderingen in de eisen gedurende de ontwerpfase worden wel meegenomen.

2.2 Configuratiemanagement (CM)

Omdat systemen en klantenwensen in de tijd wijzigen is het belangrijk om deze wijzigingen in de eisen te managen. Dit gebeurt aan de hand van Configuratiemanagement. Configuratiemanagement (CM) komt sterk overeen met eisenmanagement (EM). CM is een ondersteunend proces volgens ISO 15288 (NEN, 2002) en dient, net als EM, plaats te vinden vanaf het begin van een systeemontwikkelingsproces tot aan de ontmanteling van het systeem. Het doel van configuratiemanagement (CM) is het vaststellen en behouden van controle over eisen, documentatie en andere artefacten die geproduceerd worden tijdens de levenscyclus van het systeem. Het grootste verschil tussen CM en EM is dus dat CM verder kijkt dan de eisen en ook de documenten en andere artefacten meeneemt. Verandering is in elk systeem onvermijdelijk, het managen van de impact van wijzigingen op het systeem is het werk van CM. Systeembouwers geven aan dat veranderingen noodzakelijk zijn, omdat ze zorgen voor verbeteringen van het product in termen van prijs en kwaliteit. Dit kan inhouden dat er eisen worden veranderd, toegevoegd of juist verwijderd, zoals te zien in Figuur 2.6. Een belangrijk doel van CM is om de wijzigingen op een handzame manier bij te houden en aan de betrokken partijen ter beschikking te stellen. Deze paragraaf is onder meer samengesteld op basis van configuratiemanagement beschrijvingen in §5.4.7 van de Nederlandse norm ISO15288 (NEN, 2002), hoofdstuk 10 in het boek SE Fundamentals (Department of Defense, 2001) en §8.3 en Appendix G.4 van het SE Handbook (INCOSE, 2007).



Figuur 2.6. Eisenset onder invloed van verandering.

Toelichting: De binnenste lijnen zijn onderbroken weergegeven, omdat het voor eisen mogelijk is om van positie te wisselen tussen de verschillende vakken. M.a.w.: het is voor een nieuwe eis mogelijk om te veranderen, of om verwijderd te worden. Echter, een nieuwe eis zal nooit een originele eis kunnen worden, maar veranderde of verwijderde eisen kunnen wel weer terugkeren in hun originele gedaante.

Bron: INCOSE Handbook (INCOSE, 2007).

In het configuratiemanagement proces dienen er een aantal activiteiten te worden uitgevoerd:

2.2.1. Het formuleren van een strategie voor configuratiemanagement

In de configuratiemanagementstrategie moeten, volgens ISO15288, de bevoegdheden voor bewaring, toegang, vrijgave en beheersing van wijzigingen worden vastgelegd. Daarnaast moet de manier van opslag worden vastgelegd, die gebruikt wordt voor het complete project, en het veiligheidsniveau van de opslag. Er moet, volgens de SE Fundamentals, worden geformuleerd wanneer begonnen wordt met het configuratiemanagement, met andere woorden vanaf wanneer basisconfiguraties en wijzigingen daarin worden bijgehouden. Dit kan worden vastgelegd in het Systems Engineering Management Plan (SEMP). Er moet gestreefd worden naar maximale informatie met een minimum aan opgeslagen gegevens, want een eisenspecificatie moet veel (mogelijke) problemen afdekken, maar moet ook leesbaar blijven. Ook moet er, volgens de SE Fundamentals, een commissie worden opgesteld die de verantwoordelijkheid krijgt voor het configuratiemanagement. Deze commissie bestaat uit personen betrokken bij het systeem en eventueel onpartijdige derden.

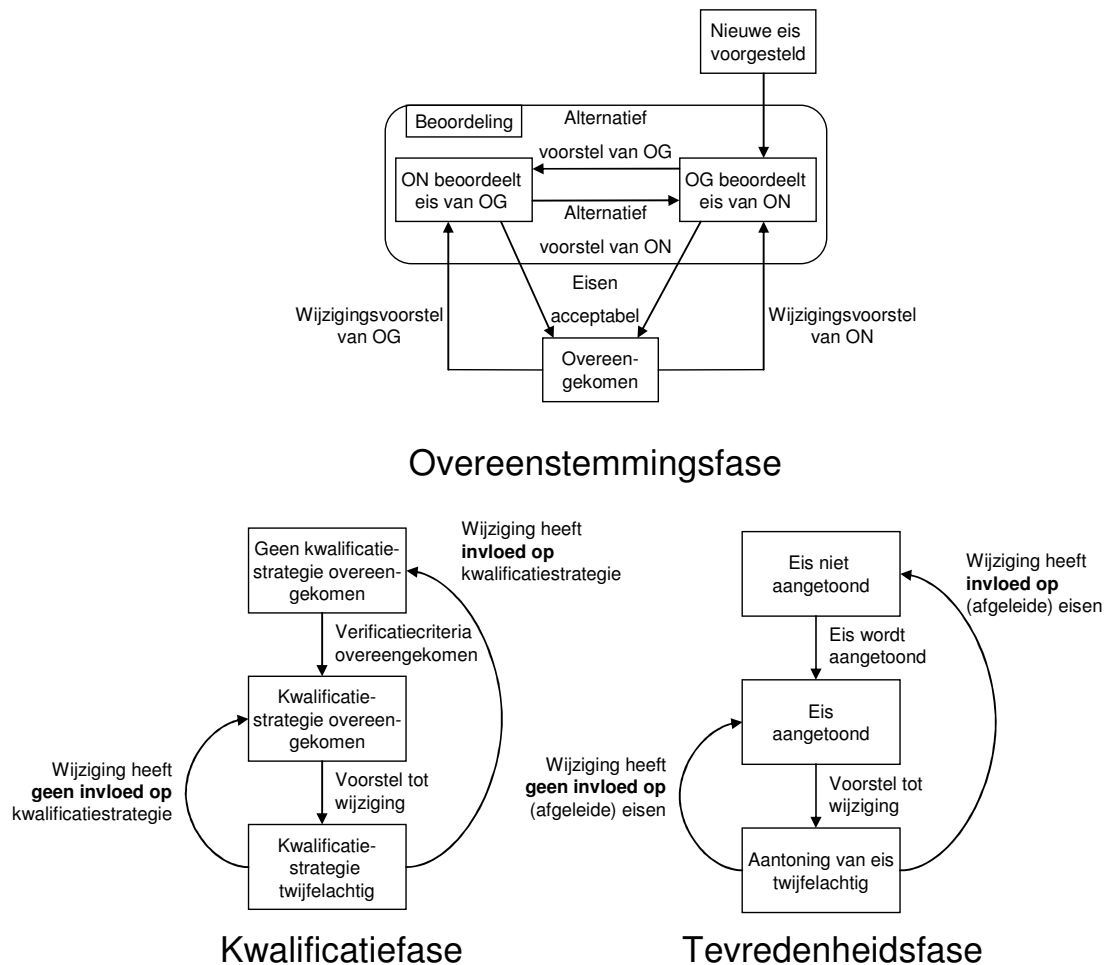
2.2.2. Identificeren van onderdelen waarop configuratiemanagement moet worden toegepast

De onderdelen die moeten worden meegenomen in het configuratiemanagement krijgen een uniek identificatiesymbool, overeenkomstig de afspraken in de productsector, aldus ISO15288 en het SE Handbook. Zodoende kunnen de elementen die onder configuratiemanagement vallen, aan de hand van hun specifieke eigenschappen eenvoudig worden teruggevonden. Identificatie van kritische diensten en bijbehorende elementen is een zinnig uitgangspunt voor configuratiemanagement, aldus SE Fundamentals. Ook dient van de betrokken elementen een basisniveau te worden vastgelegd, waarmee veranderingen kunnen worden vergeleken in het vervolgproces; de baselines. De configuratiemanagementonderdelen in dit onderzoek zijn met name de eisen en documenten.

2.2.3. Het bijhouden en implementeren van nieuwe informatie over configuraties (wijzigingen)

Configuratiemanagement zorgt ervoor dat de gegevens met betrekking tot het project geactualiseerd worden, zodat altijd een adequate omschrijving beschikbaar is van het geheel van producten en diensten die het project dient op te leveren (Rijkswaterstaat, 2010). Veranderde eisen zullen opnieuw worden geverifieerd en de daardoor ook veranderde set van eisen zal opnieuw gevalideerd moeten worden. Het managen van de configuraties houdt in dat elke goedgekeurde wijziging wordt vastgelegd in een nieuw basisniveau; oude basisniveaus blijven bewaard, voor het geval de geschiedenis van een eis moet worden teruggehaald, wanneer een ontwerpbeslissing ter discussie staat. Om wijzigingen aan te kunnen dragen dient een Verzoek-Tot-Wijziging-procedure te worden ingericht. Er wordt in SE Fundamentals en het SE Handbook onderscheid gemaakt tussen klasse 1 en klasse 2-wijzigingen. Een klasse 1-wijziging is een grote aanpassing die effect heeft op de kosten, tijd of kwaliteit van het systeem. Zulke wijzigingen moeten altijd worden voorgelegd aan de klant. Klasse 2 zijn kleine wijzigingen die slechts invloed hebben op documentatiefouten of interne ontwerpdetails. Deze wijzigingen hebben in het algemeen geen klantgoedkeuring nodig. Een nieuwe set eisen die is goedgekeurd door de klant of ontwerper wordt opgenomen in een baseline. Dit is de set van vigerende (geldende) eisen.

Hull, Jackson en Dick (2004) onderscheiden drie fases waarin een eis zich kan bevinden overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase (Figuur 2.7). De overeenstemmingsfase begint met het voorstellen van een nieuwe eis, waarna de nieuwe eis wordt beoordeeld en eventueel aangepast door de opdrachtgever (en stakeholders) en de opdrachtnemer. Als beiden de nieuwe eis acceptabel vinden wordt overeengekomen om de eis akkoord te geven en vast te leggen. Vervolgens is het mogelijk dat er een wijziging op de vastgelegde eis komt vanuit de opdrachtgever of opdrachtnemer en komt de eis opnieuw in de beoordelingsfase.



Figuur 2.7. Overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase.

Bron: Hull, Jackson en Dick (2004).

In de kwalificatiefase moet er overeenstemming bereikt worden over de manier van kwalificeren van de eis, ofwel hoe de eis moet worden geverifieerd en aangetoond (Figuur 2.7). De laatste fase waarin een eis zich kan bevinden is de tevredenheidsfase (Figuur 2.7). In de tevredenheidsfase wordt door de opdrachtnemer aangetoond dat de eis voldoet. Wanneer er wijzigingen plaatsvinden moet worden gekeken of de eis ondanks de wijziging nog steeds voldoet en kan het zijn dat hij opnieuw moet worden aangetoond, of dat de verificatiecriteria opnieuw moet worden overeengekomen. Daarmee moeten dus één of meerdere fasen opnieuw worden doorlopen.

Alle verandervoorstellen worden volgens ISO15288 gecoördineerd, beoordeeld, geëvalueerd, goedgekeurd, vastgelegd, geïntegreerd en gecontroleerd door de configuratiecommissie. Wijzigingen dienen te worden beoordeeld op tijd, geld, kwaliteit, project impact, technische noodzakelijkheid en verenigbaarheid met bestaande eisen en bijbehorende documenten. Daarnaast dienen er, volgens het SE Handbook, rapporten te worden gemaakt bij het ontstaan van problemen (probleemrapporten). Vervolgens zal door de configuratiecommissie een persoon worden aangewezen om het probleem te verhelpen. Het constant beoordelen van, in de baselines, opgenomen gegevens en het opschonen van de CM-database dragen bij aan de vlotte voortgang van het proces, niet alle informatie is of blijft immers waardevol voor de betrokken partijen. Het streven is maximale informatie met een minimum aan opgeslagen gegevens. Volgens het SE Handbook zijn wijzigingen vaak van invloed op meerdere

onderdelen van het project en het is belangrijk dat iedere belanghebbende van de mogelijke wijzigingen op de hoogte wordt gehouden.

De goedkeuring is ook een controle of de gehonoreerde eisen nog altijd passen binnen de projectscope (validatie). CM dient constant plaats te vinden vanaf het ontwikkelen van de projectopdracht tot en met het einde van de levenscyclus, de sloop, van het systeem. Dit managementproces wordt uitgevoerd door het projectteam in wisselende samenstelling.

2.2.4. Het overbrengen van de gecontroleerde nieuwste status (status accounting)

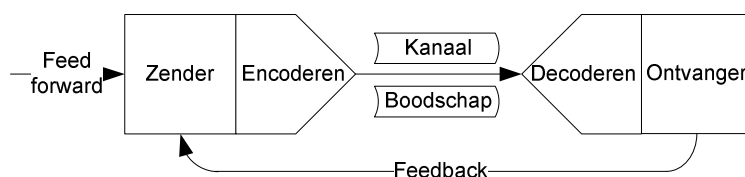
In deze activiteit vind een synthese plaats van de voorgaande twee activiteiten. De nieuwste status van het systeem wordt voorgelegd aan het projectmanagement en andere belanghebbenden. Alle, door de configuratiecommissie geautoriseerde, wijzigingen resulteren, volgens het SE Handbook, in een uitgebreid traceerbaar statusrapport met alle gebeurtenissen. Deze overbrengmomenten kunnen leiden tot het vaststellen van nieuwe basisconfiguraties, aldus ISO15288. Het zijn snapshots van het project. De snapshots kunnen naast elkaar gelegd worden om onderlinge verschillen te ontdekken, dit zijn de veranderingen. In dit onderzoek gaat het om veranderingen in de eisen. Door het bijhouden van de status van het proces is, volgens het SE Handbook, een geleidelijke verandering vast te leggen van 'zoals het gebouwd moet worden' naar 'zoals het gebouwd is'. Het SE Handbook geeft als mogelijke meetwaarden in de statusrapporten: het aantal wijzigingen dat is behandeld, goedgekeurd, afgekeurd, nog openstaat en de status van openstaande verandervoorstellen. Daarnaast kunnen het aantal probleemrapporten worden gemeten, en de opgeloste, onopgeloste en in behandeling zijnde problemen. Ook kan de tijd en inspanning voor probleemoplossing worden gemeten. Tenslotte geeft het SE Handbook aan dat het interessant kan zijn om de activiteiten aan te geven die zorgen voor grote aantallen verandervoorstellen en het aantal malen dat een basisconfiguratie wordt veranderd.

2.2.5. Configuratie audit

In de SE Fundamentals wordt aangegeven dat audits worden toegepast om te controleren of een systeem en haar componenten overeenkomen met haar bestaande configuratiedocumentatie. Audits worden onafhankelijk van configuratiemanagement uitgevoerd om de evolutie van het systeem te evalueren en te verzekeren dat het voldoet aan de specificaties, beleid, en contractovereenkomsten, aldus het SE Handbook. SE Fundamentals geeft aan dat dit gebeurt op het niveau van specificaties, ontwerpen en fysiek op de bouwplaats. Tenslotte voert configuratiemanagement, volgens het SE Handbook, periodiek audits uit in het proces om zeker te kunnen zijn dat het configuratiemanagement proces in praktijk wordt gevolgd.

2.3 Informatie-uitwisseling en Communicatie (IUC)

De communicatietheorie is een alles overlappend aspect van dit onderzoek; in het hele bouwproces vindt informatieoverdracht en communicatie plaats (zie Figuur 2.8). Dit is nodig om aan de informatiebehoefte van de opdrachtgever en opdrachtnemer te voldoen. In deze paragraaf volgt een korte introductie van de communicatietheorie.



Figuur 2.8. Het communicatieproces.

Figuur 2.8 geeft het communicatieproces gedetailleerd weer. Om het communicatieproces toe te spit-
sen op dit onderzoek wordt, als voorbeeld, een vergelijking gemaakt met de dialoogronden tussen de
opdrachtgever en de gegadigde opdrachtnemers.

- Als je communiceert draag je informatie over, deze informatie heet de boodschap. In het voor-
beeld is de eisenspecificatie de boodschap.
- De boodschap wordt verstuurd met behulp van een kanaal, in het voorbeeld kan dit email of fy-
sieke post zijn.
- Degene die de boodschap aan de ander overdraagt wordt de zender genoemd en de persoon
die de boodschap ontvangt de ontvanger. In het voorbeeld is de zender de opdrachtgever (ei-
sensteller) en de ontvanger de opdrachtnemer (eisengebruiker).
- De zender krijgt informatie van anderen toegespeeld en dient zijn eigen huiswerk goed te
doen, dit wordt feedforward genoemd.
- De zender encodeert de informatie in de vorm van de boodschap die de ontvanger vervolgens
weer decodeert in informatie. Het encoderen door de opdrachtgever is in het voorbeeld het
schrijven van de eisenspecificatie het decoderen door de opdrachtnemer is het analyseren en
interpreteren van de eisenspecificatie.
- Vervolgens geeft de ontvanger feedback aan de zender om te controleren of het encodeer-
decodeer-proces goed is verlopen en de informatie juist is geïnterpreteerd. Deze feedback van
de opdrachtnemer bestaat in het voorbeeld uit vragen (gesteld tijdens de dialoogrondes) en de
globale aanbodsspecificatie is in deze fase het slot van het feedbackproces. Hoe meer feed-
back-georiënteerd, hoe effectiever het communicatieproces (Reijnders in Adriaanse, 2001). De
zender kan dan namelijk leren over het effect van de communicatie, aldus Adriaanse (2001).
Bos en Mastenbroek stellen, volgens Adriaanse (2001), dat er zonder feedback geen tweezij-
dige en dus ook geen optimale communicatie plaatsvindt.

De ontvanger kan de boodschap verkeerd begrijpen door zijn geschiedenis en achtergrond (referen-
tiekader), in dit onderzoek gaat het dan met name om interne factoren zoals:

- te weinig voorkennis hebben over het onderwerp: De opdrachtgever of -nemer hebben te wei-
nig kennis over (onderdelen van) de civiele techniek
- bezig zijn met de eigen gedachten: Opdrachtnemer denkt de opdracht te begrijpen, maar dit
blijkt vervolgens niet het geval, wanneer de opdrachtgever het aanbod of het ontwerp afkeurt
(Davis en Zowghi, 2004)
- integriteit: Opdrachtgever en -nemer dienen hun functie adequaat en zorgvuldig uit te oefenen,
rekening houdend met de eigen verantwoordelijkheden en de geldende regels. Als regels ont-
breken of onhelder zijn, dan dienen opdrachtgever en -nemer te oordelen en te handelen op
moreel verantwoorde wijze, op basis van algemene ethische normen (Davis en Zowghi, 2004)

Adriaanse (2001) identificeerde daarnaast een aantal andere invloedsfactoren uit de communicatie-
theorie. Daaruit zijn de volgende geselecteerd:

De structuur van de bouwprocesorganisatie

Wanneer men de informatie en communicatie in het bouwproces wil verbeteren is een duidelijke struc-
tuur van de bouwprocesorganisatie essentieel, want de structuur draagt eraan bij dat bekend is wat
iedereen moet doen, wie voor elk onderdeel verantwoordelijk is, wie bevoegdheid heeft voor het vast-
stellen van besluiten en bij wie hij moet zijn met bepaalde vragen. Hierdoor worden informatie- en
communicatiestromen traceerbaar. Een duidelijke structuur is van invloed op de voortvarendheid

waarmee het proces van het managen van eisen uit Figuur 2.1 en de overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase van Hull, Jackson en Dick (2004, Figuur 2.7) worden doorlopen.

De taal die de opdrachtgever en de opdrachtnemer spreken

Bij taal gaat het om spraak, beroepskennis, gewoonten en gebruiken van de betrokkenen (Adriaanse, 2001). Wanneer iedere stakeholder in het bouwproces dezelfde taal zou spreken zou het een stuk eenvoudiger zijn om informatie over te brengen, want de zender en ontvanger verstaan elkaar. Encoderen en decoderen is dan heel eenvoudig of in de ideale situatie zelfs helemaal niet meer nodig. Taal is een belangrijk onderdeel in het proces van het managen van eisen uit Figuur 2.1, omdat hiermee de eisen worden beschreven en herschreven. Uiteraard is de taal ook de drijvende kracht van het communicatieproces (Figuur 2.8).

De complexiteit van de omgeving, de taak of het proces en de bouwprocesorganisatie

Complexiteit wordt door Adriaanse (2001) gedefinieerd als een ingewikkelde of samengestelde hoedanigheid; door een toenemende complexiteit is de toekomstige toestand van een systeem minder voorspelbaar. Wanneer de complexiteit groot is, is het voor de opdrachtgever moeilijk om informatie te encoderen, de kans bestaat dat de opdrachtgever de te versturen informatie zelf niet volledig begrijpt en zodoende niet onder woorden kan brengen. Voor de opdrachtnemer is het dan een enorme puzzel om de informatie weer te ontcijferen en de juiste feedback te geven. Wanneer de complexiteit laag is zal het ontwikkelen van een eisenspecificatie eenvoudig zijn en het proces van het managen van eisen uit Figuur 2.1 en de overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase van Hull, Jackson en Dick (2004, Figuur 2.7) eenvoudig worden doorlopen. Dat geldt echter niet voor een project met hoge complexiteit. Een voordeel van een project met hoge complexiteit is wel dat er zich waarschijnlijk meer problemen voordoen die op een creatieve manier moeten worden opgelost. Een opdrachtnemer heeft in een complex project dus meer kans om zich te onderscheiden van andere opdrachtnemers. Dit worden in het Kano-model de “aantrekkelijke eisen” genoemd.

Deze drie invloedsfactoren worden inzichtelijk gemaakt door de bestuurlijke informatiekunde (de besturing van systemen door organen). De invloedsfactoren zullen in dit onderzoek in de praktijkcases onder de loep genomen worden.

2.4 Raamwerk EM, CM & IUC

In dit afstudeerproject zal nader onderzoek gedaan worden naar de toepassing van Eisenmanagement (EM), Configuratiemanagement (CM) en Informatie-Uitwisseling en Communicatie (IUC) in afgeronde en lopende UAV-gc projecten van Royal Haskoning. Eisen kunnen zich in verschillende fasen bevinden, zoals Hull, Jackson en Dick (2004) ook aangeven. Bij de beschouwing van de huidige werkwijze, in hoofdstuk 4 en verder, wordt uitgegaan van deze fasen:

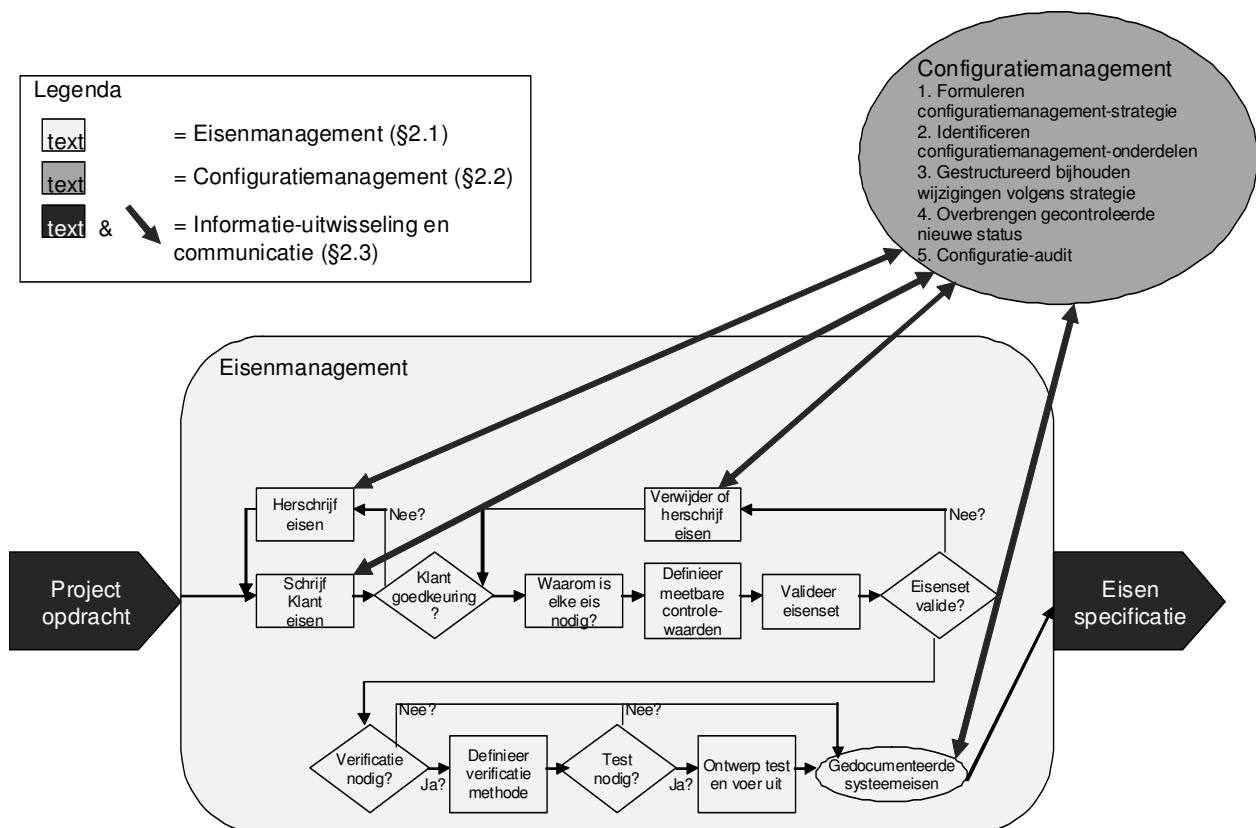
- Toevoegen van eisen: In de theorie van Hull, Jackson en Dick (2004) wordt dit weergegeven in de “Overeenstemmingsfase” met “Nieuwe eis voorgesteld” (Figuur 2.7)
- Wijzigen van eisen: Hiermee wordt gekeken naar de eisen die veranderen. Dit wordt weergegeven door het “Wijzigingsvoorstel” in alle fasen van de theorie van Hull (Figuur 2.7).
- Traceren van eisen: Hiermee wordt gekeken naar de geschiedenis van een eis. Aangezien het zwaartepunt van dit onderzoek ligt op de omgang met wijzigende eisen speelt traceerbaarheid (Katasonov en Sakkinen, 2006) een belangrijke rol.

- Verifiëren van eisen: Hiermee wordt gekeken of aan een eis wordt voldaan. Dit wordt weergegeven door de “Verificatiecriteria” in de “Kwalificatiefase” en “Eis aantoning” in de “Tevredenheidsfase” in de theorie van Hull, Jackson en Dick (2004).
- Valideren van eisen: Hiermee wordt gecontroleerd of de eis weergeeft of het systeem doet, wat de opdrachtgever wil. Door het wijzigen van eisen kan het oorspronkelijke doel voorbij geschooten worden. Validatie wordt weergegeven door Figuur 2.3.
- Goedkeuren van eisen: “Overeenkomen” over de eis in de “Overeenstemmingsfase” (Figuur 2.7) in de theorie van Hull, Jackson en Dick (2004).

In Figuur 2.9 zijn IUC, EM en CM geplaatst in hun invloedsgebied binnen het Systems Engineering Proces (Figuur 1.2):

- Eisenmanagement vindt in Figuur 2.9 plaats binnen de rechthoek met afgeronde hoeken;
- Configuratiemanagement vindt in Figuur 2.9 plaats in de cirkel (de spreekwoordelijke ‘zon’, die alles overziet);
- Informatie-uitwisseling en communicatie wordt in Figuur 2.9 weergegeven door de verbindende pijlen.

Analyse van de praktijksituatie aan de hand van bovengenoemde managementaspecten zal leiden tot verbetervoorstellen in de vorm van praktische werkwijzen die direct binnen de praktijkprojecten van Royal Haskoning kunnen worden toegepast.



Figuur 2.9. Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.

EM = Eisenmanagement, CM = Configuratiemanagement, IUC = Informatie-uitwisseling en Communicatie

Bronnen: Department of Defense (2001), ISO15288 (NEN, 2002), Bahill & Dean (1997).

3 Huidige werkwijze voor het ontwikkelen en beheren van eisen

Om de toegevoegde waarde van een stappenplan te bepalen is het volgens Landman (2010) noodzakelijk om eerst vast te stellen wat de bestaande werkwijze is en daar ontbrekende elementen aan toe te voegen die passen bij de behoefte van de makers en gebruikers van een eisenspecificatie en een bijdrage leveren aan de SE-8visie van hun organisatie. Hierbij moet de werkwijze als geheel worden beschouwd, om een fragmentarisch benadering en toevoeging van losstaande tools te voorkomen. Nu volgt eerst een korte beschrijving van de onderzoeksmethode.

Onderzoeksmethode van dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk worden vier stappen doorlopen om de huidige manier van werken vast te leggen en een beschrijving te maken van de status quo:

1. Concreet maken van het raamwerk

De stappen uit het raamwerk in Figuur 2.9 zijn geschreven als imperatief (gebiedende wijs). De stappen worden dus geschreven voor nieuwe projecten. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar uitgevoerde projecten, waarin reeds producten zijn ontstaan. Die producten dienen impliciet de stappen uit het raamwerk te bevatten. Omdat het voor de bepaling van de status quo eenvoudiger is om producten dan stappen te herkennen in praktijkprojecten, worden in dit hoofdstuk eerst concrete producten geïdentificeerd. De producten zullen alleen in dit hoofdstuk worden gebruikt, want het draait om de stappen die genomen dienen te worden om eisen te ontwikkelen en te beheren.

2. Kiezen praktijkprojecten

De selectie van de praktijkprojecten die in het onderzoek meegenomen zullen worden, gebeurt op basis van de volgende criteria:

- Het project heeft de UAV-gc als leidraad
- Het project wordt uitgevoerd volgens Systems Engineering-methodieken
- Royal Haskoning heeft de vraagspecificatie (mede)geproduceerd
- Documentatie van het project is beschikbaar
- Projectmedewerkers zijn beschikbaar en bereid om uitleg te over het project

Op basis van deze criteria zijn zes Royal Haskoning-projecten gekozen als onderzoeksobject.

3. Opvragen en bestuderen van projectdocumentatie

Na de selectie van zes geschikte projecten is van elk project de projectdocumentatie opgevraagd. Van de meeste projecten kon dit digitaal geraadpleegd worden via de projectschijf van Royal Haskoning. Als de projectmap niet zondermeer toegankelijk was, heeft een projectmedewerker de opgevraagde documenten digitaal of hardcopy doorgestuurd. Vervolgens is een inventarisatie gemaakt van de aanwezigheid van de bij stap 1 geïdentificeerde producten in de praktijkprojecten.

4. Raadplegen projectbetrokkenen

Voor het alsnog identificeren van de producten die aan de hand van de documentenstudie niet gevonden zijn, onderneemt de onderzoeker een tweede zoekpoging. Door middel van een face-to-face afspraak met de projectleider van elk project tracht de onderzoeker om de producten alsnog te achterhalen. De projectleider krijgt in deze fase de mogelijkheid om argumenten of verborgen documenten aan te dragen waarmee hij kan aantonen dat het product wel degelijk is gemaakt in zijn project.

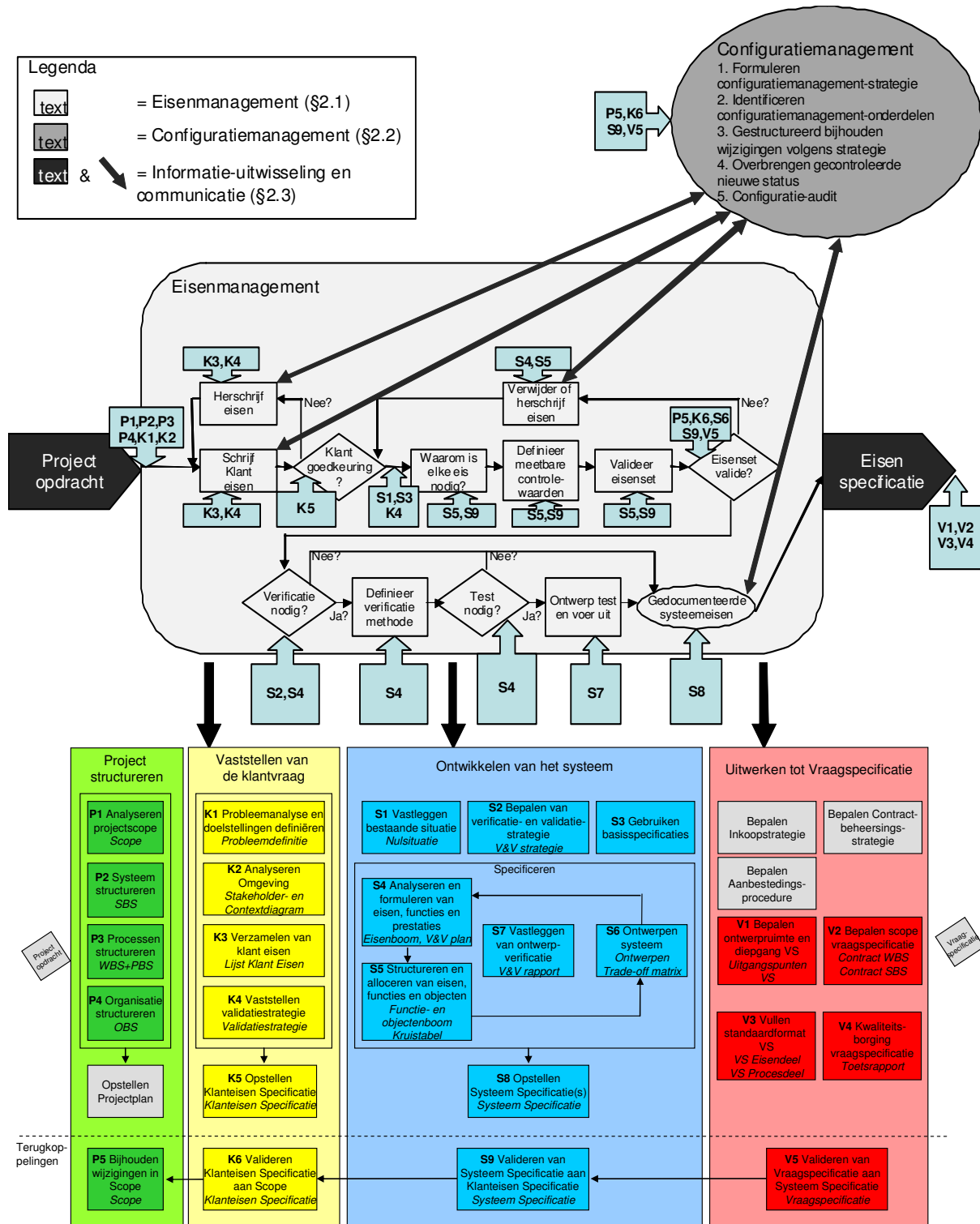
Het raamwerk zoals dit is ontwikkeld in hoofdstuk 2 geeft aan wat er gedaan moet worden om eisen te ontwikkelen en beheren. Het geeft echter geen handvatten over hoe dit in de praktijk tot uiting komt in producten. Daarom is gezocht naar een praktische werkwijze (“productenlijst”) in de ontwikkeling van een vraagspecificatie. Deze werkwijze is gevonden in de vorm van het Stappenplan SE van Rijkswaterstaat (2010). Rijkswaterstaat heeft een model ontwikkeld voor Systems Engineering, waarin de stappen van projectopdracht tot vraagspecificatie beschreven worden. Dit stappenplan is weergegeven in Figuur 3.1.

De keuze is gevallen op dit stappenplan omdat het veel overeenkomsten heeft met het raamwerk uit Figuur 2.9. De overeenkomsten zijn verklaarbaar op basis van het feit dat het Stappenplan SE (Rijkswaterstaat, 2010) is gebaseerd op de “Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector, v2.0” die op zijn beurt is gebaseerd op het Handbook SE van INCOSE (2007). Het Handbook SE ligt ook ten grondslag aan het raamwerk uit Figuur 2.9. Deze overeenkomsten zijn in Figuur 3.1 grafisch weergegeven door de nummers van de stappen uit het stappenplan SE te positioneren binnen het raamwerk met behulp van tekstballonnen.

De middelste twee fasen van het Stappenplan SE (“Vaststellen van de klantvraag” en “Ontwikkelen van het systeem”) komen bijna letterlijk terug in het raamwerk. De fase “Project structureren” komt niet letterlijk terug in het raamwerk, maar is wel interessant, omdat het in feite de structuur creëert waarin eisenmanagement kan plaatsvinden. In het raamwerk uit Figuur 2.9 wordt geen aandacht besteed aan de fase “Uitwerken tot Vraagspecificatie”. Deze fase is voor eisenmanagement minder interessant, omdat de systeemeisen over het algemeen letterlijk worden overgenomen in de vraagspecificatie. Configuratiemanagement komt terug in de “Terugkoppelingen” in Figuur 3.1, waarin de nieuwe specificatie (baseline) wordt vergeleken met de oude specificatie (baseline) en op deze manier wijzigingen worden beheerd in het Stappenplan SE.

Om de bestaande werkwijze vast te stellen wordt in dit hoofdstuk een inventarisatie gemaakt van de producten uit het Stappenplan SE die nu al dan niet worden toegepast in projecten van Royal Haskoning. Dit gebeurt door 6 praktijkprojecten te bestuderen. Deze bestudering bestaat uit de analyse van de gemaakte documentatie, interviews met de projectleider en indien mogelijk betrokken opdrachtnemers en opdrachtgevers. In de documentatie is gezocht naar de aanwezigheid van de producten die volgens het Stappenplan SE nodig zijn om tot een evenwichtige eisenspecificatie te komen. De aanwezigheid van producten is bepaald op basis van een inventarisatie op basis van de beschrijvingen uit het Stappenplan SE (Bijlage A). Vervolgens zijn de beoordelingen voorgelegd aan de projectleiders die hun project en de aanwezigheid van de producten mochten verdedigen met onderbouwing. De resultaten van deze inventarisatie zijn weergegeven in Bijlage B. Een samenvatting volgt in Tabel 2 t/m 5.

Er wordt in het Stappenplan SE vanuit gegaan dat aan elke projectsituatie een document ten grondslag ligt waarin de betreffende projectopdracht (startdocument) wordt omschreven. Vervolgens worden het probleem en de omgeving van het probleem gestructureerd (P1 t/m P5). Dan worden de betrokken stakeholders gevraagd naar hun eisen en wensen, die tezamen de klantvraag vormen (K1 t/m K6). De klanteisen vormen de basis van de systeemspecificatie (S1 t/m S9), maar omdat er eventuele tegengestelde eisen kunnen voorkomen, zullen deze met elkaar geconfronteerd moeten worden, om een eenduidig eisenpakket te ontwikkelen. Dit leidt uiteindelijk tot een eisenspecificatie (V1 t/m V5).



Figuur 3.1. Confrontatie raamwerk uit Figuur 2.9 met het RWS Stappenplan SE.

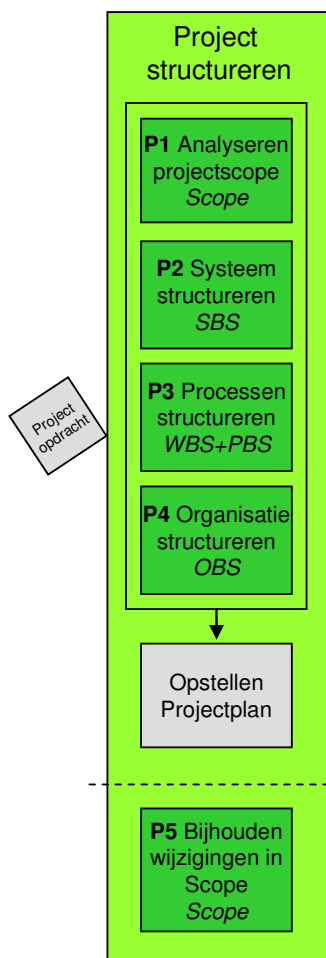
Boven: Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.

Onder: Stappenplan SE van Projectopdracht tot Vraagspecificatie. Bron: Rijkswaterstaat (2010)

De keuze van de 6 projecten van Royal Haskoning is gemaakt op basis van de beschikbaarheid van projectgegevens en bereidheid van projectmedewerkers om deel te nemen. De gekozen projecten:

1. **Onderdoorgang Laan der Verenigde Naties**, projectnummer (PN): 9P0120, startjaar voor Royal Haskoning (SJ): 2005, projectleider namens Royal Haskoning (PL): Hans Dorsman, opdrachtgever (OG): ProRail, projectomschrijving (PO): Onderdoorgang van de Laan der Verenigde Naties onder het spoor in Dordrecht.
2. **Reconstructie N302 Harderwijk**, PN: 9S2320, SJ: 2007, PL: Dick van Vliet, OG: Provincie Gelderland, PO: Reconstructie van de provinciale weg N302 door Harderwijk.
3. **Groenblauwe zone Bergerden**, PN: 9S3918, SJ: 2007, PL: Ruud van Kruijsbergen, OG: DLG Oost, PO: Aanleg van een natuurlijke groenblauwe zone langs de rivier de Linge in het kassengebied Huissen-Bergerden.
4. **Onderdoorgang Watergraafsmeer**, PN: 9T1685, SJ: 2008, PL: Daan Alsem, OG: ProRail, PO: aanleg van een viaduct om het toekomstige Science Park Amsterdam in Watergraafsmeer onder het spoor, langs de A10, te ontsluiten voor gemotoriseerd verkeer.
5. **UAV-gc Rioolwaterzuiveringsinstallatie Haarlo**, PN: 9T3183, SJ: 2008, PL: Steven Bookelman, OG: Waterschap Rijn en IJssel, PO: Uitbreiding en vernieuwing van de bestaande rioolwaterzuiveringsinstallatie in Haarlo, Gelderland, SE-litetm-project (definitie SE-lite: zie §6.1.2).
6. **Projectbegeleiding Gemaal Gansoijen**, PN: 9V3524, SJ: 2009, PL: Peter Remmerswaal, OG: Waterschap AA en Maas, PO: Moderniseren en uitbreiden van het bestaande gemaal Gansoijen in Waalwijk, Noord-Brabant, SE-litetm-project.

3.1 Fase 1: Project structureren



Het toepassen van Systems Engineering in een project begint met het helder en gestructureerd vastleggen van de uitgangspunten. Er is altijd een projectopdracht aanwezig met een projectscope. Deze projectvraag en scope zijn vaak gebaseerd op structuurvisies die door de opdrachtgever zijn geschreven. De vraag is hoe helder en gestructureerd deze zijn vastgelegd. Het is belangrijk het beschouwde systeem goed te beschrijven. Oftewel: wat is het systeem dat wordt ontwikkeld?, wat is het doel ervan?, welke onderdelen waar het uit bestaat zijn al bekend? en wat is er reeds besloten over oplossingsrichtingen (Rijkswaterstaat, 2010)? Voor inhoudelijke informatie over het verloop van de stappen P1 tot en met P5, met betrekking tot de structurering van het project, wordt verwezen naar het stappenplan SE (Rijkswaterstaat, 2010). Het projectplan bestaat uit de projectscope beschrijving, de Systeem-, Werk-, Product-, en Organisatie Breakdown Structure. Ten slotte wordt het projectplan voorgelegd aan de belanghebbenden om te kijken of het aan diens wensen voldoet.

De fase 'Project Structureren' in het SE Stappenplan (Rijkswaterstaat, 2010) onderscheid vijf stappen. Uit Tabel 2 blijkt dat het doorlopen van deze vijf stappen negen producten oplevert. De negen producten vormen de informatiebehoefte van de opdrachtgever. Een beschrijving van de inhoud van de negen producten en een toelichting op de kleurkeuze per project zijn te vinden in Bijlage A.

Tabel 2. SE producten m.b.t. de projectstructurering in de zes praktijkprojecten.

Oranje: iets gevonden wat erop lijkt, maar niet volledig	Groen: Gevonden
Grijs: Niet gevonden, maar uit bestaande documenten is op te maken dat het wel is gedaan, echter niet vastgelegd.	Rood: Niet gevonden

Fase 1: Project Structureren

Stappen	Producten	1. ODG Laan der VN	2. N302 Harderwijk	3. GBZ Bergerden	4. ODG Watergraafsmeer	5. RWZI Haarlo	6. Gemaal Gansloijen
P1. Analyseren projectscope	P1.1 Projectscoop beschrijving						
	P1.2 Scopeformulier						
P2. Systeem structureren	P2.1 Systeemarchitectuur vd input						
	P2.2 Systeem Breakdown Structu- re/objectenboom						
P3. Processen structureren	P3.1 Werk Breakdown Structure						
	P3.2 Product Breakdown Structure						
P4. Organisatie structureren	P4.1 Organisatie Breakdown Struc- ture						
Projectplan opstellen	Projectplan						
P5. Bijhouden wijzigingen in Scope	P5.1 Gewijzigde projectscope						

Uit de analyse van Tabel 2 blijkt dat in bestaande projecten slechts bepaalde producten van het stappenplan worden vervaardigd. De fase 'Project Structureren' wordt afgerond met het projectplan (plan van aanpak). Het projectplan wordt aan de opdrachtgever aangeboden om de opdracht voor het schrijven van de eisenspecificatie als ingenieursbureau te winnen. In deze fase van het project is men, zoals blijkt uit Tabel 2, nog niet gewend om het systeem op deze manier te structureren. De stappen zoals hier weergegeven worden vaak wel uitgevoerd, maar dan pas in een latere fase van het project. Een voorbeeld hiervan is de systeemarchitectuur van de input (P2.1) en de objectenboom (P2.2), die eigenlijk pas in fase 3, de systeemontwikkeelfase, wordt gemaakt; hierover meer in §3.3. Met name het ontbreken van de vastgelegde, gewijzigde projectscope (P5.1) is vanuit het oogpunt van dit onderzoek zorgwekkend. Projectmedewerkers geven aan dat wijzigingen in de projectscope wel worden bijgehouden, maar dat dit niet traceerbaar wordt vastgelegd. Er worden in de zes projecten twee methoden van vastleggen gebruikt, die beide niet zorgen voor voldoende traceerbaarheid:

1. Bij een wijziging wordt de oude versie overschreven. Dit zorgt ervoor dat niet te achterhalen is dat er een wijziging heeft plaatsgevonden, waarom en op welke onderdeel. Tenzij alle verschillende versies van het Word-document worden doorgebladerd.
2. Wanneer wijzigingen wel worden vastgelegd gebeurt dit door de optie "Wijzigingen bijhouden" in Word. De optie "Wijzigingen bijhouden" wordt onoverzichtelijk wanneer meerdere personen in een Word-document aanpassingen maken in hetzelfde stuk tekst en het is nog erger wanneer meer aanpassingen worden aangebracht in dezelfde regel.

Versiebeheer in een Word-document is complex en moet zeer gestructureerd worden uitgevoerd, dit is in geen van de zes projecten gebeurd.

3.2 Fase 2: Vaststellen van de klantvraag

Indien een projectplan is opgesteld, wordt de analyse van het probleem en zijn omgeving gemaakt. Dit wordt gedaan door de vraag van de klant te achterhalen en te beschrijven. Vanuit opdrachtgeverperspectief gezien kan worden gesteld dat een project succesvol is als aan de klantvraag is voldaan. De klant is de verzameling van (betalende en niet-betalende) stakeholders en de klantvraag is de verzameling van behoeften en randvoorwaarden van deze stakeholders, aldus de Leidraad SE. De opdrachtgevers in de civiele sector, vaak overheden, hebben over het algemeen weinig eisen als geheel. Het zijn de interne diensten die eisen hebben aan het systeem. Het is voor een opdrachtgever en bijbehorende stakeholders niet altijd mogelijk om zelf alle (technische) eisen aan een project vast te stellen en te noteren. Dan is er iemand nodig met verstand van soortgelijke projecten (de ingenieur) die de stakeholders helpt bij het vaststellen van alle eisen.

Systems Engineering is gericht op het optimaliseren van de klantvraag over de levenscyclus van een systeem. Omdat er tijdens de levenscyclus vele overdrachtsmomenten zijn, is het van wezenlijk belang om de klantvraag binnen een projectcontext expliciet in beeld te brengen en te beheren. Het in beeld brengen is een taak binnen eisenmanagement. Het beheren van de klantvraag wordt vervolgens verzorgd door configuratiemanagement. De stappen K1 tot en met K6, met betrekking tot de vaststelling van de klantvraag, worden inhoudelijk behandeld in het SE Stappenplan van Rijkswaterstaat (2010).

Terugkoppeling

Scope

Vaststellen van de klantvraag

K1 Probleemanalyse en doelstellingen definiëren
Probleemdefinitie

K2 Analyseren
Omgeving
Stakeholder- en
Contextdiagram

K3 Verzamelen van
klant eisen
Lijst Klant Eisen

K4 Vaststellen
validatiestrategie
Validatiestrategie

K5 Opstellen
Klanteisen Specificatie
Klanteisen Specificatie

K6 Valideren
Klanteisen Specificatie
aan Scope
Klanteisen Specificatie

Tabel 3. SE producten m.b.t. vaststelling klantvraag in de zes praktijkprojecten.

Oranje: iets gevonden wat erop lijkt, maar niet volledig	Groen: Gevonden
Grijs: Niet gevonden, maar uit bestaande documenten is op te maken dat het wel is gedaan, echter niet vastgelegd.	Rood: Niet gevonden

Fase 2: Vaststellen van de klantvraag

Stappen	Producten	1. ODG Laan der VN	2. N302 Harderwijk	3. GBZ Bergerden	4. ODG Watergraafsmeer	5. RWZI Haarlo	6. Gemaal Gansoijen
K1. Probleemanalyse en doelstellingen definiëren	K1.1 Probleemdefinitie	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
K2. Analyseren omgeving	K2.1 Systeemcontextdiagram	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
	K2.2 Stakeholderdiagram	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
K3. Verzamelen van klanteisen	K3.1 Lijst klanteisen	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
K4. Vaststellen validatiestrategie	K4.1 Validatiestrategie	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
K5. Opstellen Klanteisen Specificatie	K5.1 Klanteisenspecificatie	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
K6. Valideren Klanteisen Specificatie aan Scope	K6.1 Gewijzigde klanteisenspecificatie	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje
	K6.2 Gewijzigde projectscope	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje	Oranje

Uit Tabel 3 blijkt dat het SE Stappenplan (Rijkswaterstaat, 2010) acht producten onderscheidt in de fase “Vaststelling Klantvraag”. Een beschrijving van de inhoud van de acht producten en een toelichting op de kleurkeuze per project zijn te vinden in Bijlage A.

Uit de analyse van Tabel 3 blijkt dat de klanteisenspecificatie als “product op zichzelf” (K5.1), nog niet wordt uitgevoerd in civiele projecten. Het project Onderdoorgang Watergraafsmere is daar een positieve uitzondering op. In dit project is een volledige klanteisenspecificatie gemaakt. Alleen de probleemdefinitie (K1.1) in dit project is, met één zin, erg summier en geschreven als onderdeel van de doelstelling.

In de projecten RWZI Haarlo en Gemaal Gansoijen (SE-litetm-projecten) is wel een probleemdefinitie gemaakt. Het systeemcontextdiagram is voor beide projecten gemaakt, maar is voor RWZI Haarlo niet vastgelegd. Voor beide projecten is ook een stakeholderdiagram gemaakt, maar deze is voor zowel RWZI Haarlo als Gemaal Gansoijen niet vastgelegd. Daarnaast zijn de klanteisen terug te vinden in de bijlagen van de vraagspecificatie, maar deze zijn niet compact gebundeld in een hoofddocument. Zo komt het over alsof de klanteisen er niet echt toe doen, terwijl ze juist de kern van het project zijn.

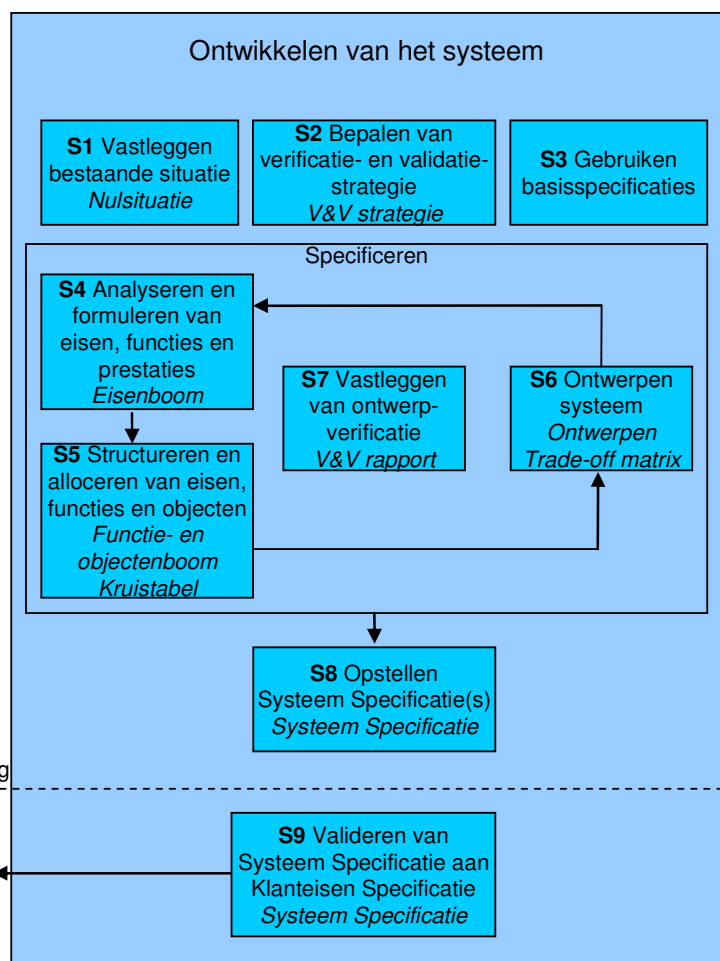
Wederom wordt er weinig aandacht besteed aan versiebeheer. Zowel wijzigingen in de projectscope, als wijzigingen in de klanteisenspecificatie, worden niet of nauwelijks bijgehouden. Voor de projecten RWZI Haarlo en Gemaal Gansoijen werd aangegeven dat wanneer de klanteisen wijzigen, dat dan de bijlagen wijzigen. Dat betekent dus dat de bijlagen inhoudelijk belangrijk zijn, en dat is niet de bedoeling van een bijlage.

3.3 Fase 3: Ontwikkelen van het systeem

Elk systeemniveau in het V-model (begrippenlijst) kent een specificatie van de oplossingsruimte als input en een specificatie van de oplossing als output. Deze output kent bepaalde marges die de nieuwe oplossingsruimte vormen, als input voor het volgende systeemniveau. De ontwikkelfase van het systeem kenmerkt zich dus door een top-down aanpak en een iteratief specificatieproces. Een systeemspecificatie bevat zowel eisen over benodigde functionaliteiten, eisen aan de prestaties van het systeem en oplossingsruimte aan de hand van gemaakte ontwerpkeuzes (de marges). Zodoende geeft het invulling aan de bovenliggende specificaties en beschrijft het de kaders voor de ontwerpruimte en gevraagde kwaliteit voor het vervolg van de systeemontwikkeling. Systeemspecificaties markeren daarmee de

Terugkoppeling

Klanteisen Specificatie



overgang van het ene detailniveau naar het volgende detailniveau in de ontwikkelfase. De inhoud van de stappen S1 tot en met S9 worden besproken in het stappenplan van Rijkswaterstaat (2010).

Uit Tabel 4 blijkt dat het SE Stappenplan (Rijkswaterstaat, 2010) achttien producten onderscheidt in de fase "Ontwikkelen van het Systeem". Een beschrijving van de inhoud van de achttien producten en een toelichting op de kleurkeuze per project zijn te vinden in Bijlage A.

In Tabel 4 is te zien dat in de 6 praktijkprojecten meer producten uit de systeemontwikkelingsfase worden gemaakt dan producten uit de projectstructurering (Tabel 2) en de vaststelling van de klantvraag (Tabel 3).

Tabel 4. SE producten m.b.t. de ontwikkeling van het systeem in de zes praktijkprojecten

Oranje: iets gevonden wat erop lijkt, maar niet volledig	Groen: Gevonden
Grijs: Niet gevonden, maar uit bestaande documenten is op te maken dat het wel is gedaan, echter niet vastgelegd.	Rood: Niet gevonden

Fase 3: Ontwikkelen van het systeem

Stappen	Producten	1. ODG Laan der VN	2. N302 Harderwijk	3. GBZ Bergerden	4. ODG Watergraafsmeer	5. RWZI Haarlo	6. Gemaal Gansoijen
S1. Vastleggen bestaande situatie	S1.1 Complete beschrijving bestaande omgeving						
	S1.2 Beschikbare tekeningen+onderzoek omgeving						
S2. Bepalen Verificatie en Validatiestrategie	S2.1 V&V managementplan systeemspecificaties						
S3. Gebruiken Basisspecificaties	S3.1 Eisen tbv de systeemspecificaties						
	S3.2 Overzicht normen en richtlijnen systeem-spec.						
S4. Analyseren en formuleren van eisen, functies en objecten	S4.1 Functionele analyse van het systeem						
	S4.2 RAMS analyse van het systeem						
	S4.3 Requirements Breakdown Structure						
	S4.4 V&V plan						
	S4.5 Functionele Breakdown Structure						
S5. Structureren en alloceren van eisen, functies en objecten	S5.1 Systeem Breakdown Structure						
	S5.2 Kruistabel Functie,Aspect,Raakvlak vs Systemen						
S6. Ontwerpen systeem	S6.1 Trade Off- of Scoringsmatrix						
	S6.2 Systeemontwerp (model+tekeningen) & ontw.rapport						
S7. Vastleggen van ontwerpverificatie	S7.1 Verificatierapport						
S8. Opstellen Systeemspecificatie(s)	S8.1 Systeemspecificatie(s)						
S9. Valideren van Systeemspecificatie aan Klanteisen specificatie	S9.1 Validatierapport Systeemspecificatie						
	S9.2 Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemontwerp						
	S9.3 Gewijzigde Klanteisenspecificatie						

Met name de inhoudelijke producten, zoals de beschrijving van de bestaande omgeving (S1.1), eisenlijsten (S3.1), het normenoverzicht (S3.2), en de verschillende breakdown structures (S4.3, S4.5, S5.1) zijn terug te vinden. Wat opvalt is dat belangrijke SE producten zoals de kruistabel (S5.2), waarin functies, aspecten, raakvlakken en systemen aan elkaar gekoppeld worden, de trade-offmatrixes (S6.1) en verificatie & validatie rapporten (S7.1 en S9.1) niet of nauwelijks zijn uitgevoerd.

Volgens het Stappenplan SE (Rijkswaterstaat, 2010) is het de bedoeling dat het systeemontwerp gevalideerd wordt aan de klanten en klantwensen. In de praktijk betekent dit dat de klant actief wordt betrokken bij de beoordeling van het systeemontwerp. De uitkomst van deze validatiefase dient te worden vastgelegd.

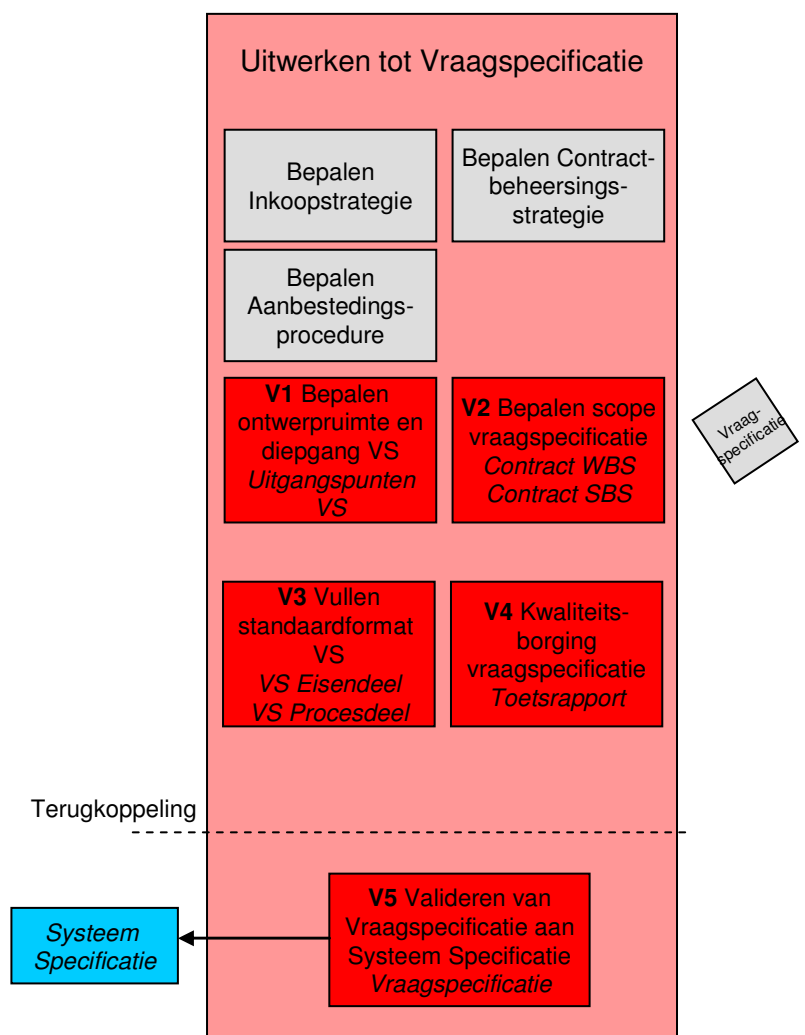
Zoals ook al bleek uit Tabel 2 en Tabel 3 wordt weinig aandacht besteed aan gestructureerd versiebeheer en wijzigingenmanagement. Dit geldt ook voor de systeemontwikkelingsfase (S9.2 en S9.3). Ook hier vond versiebeheer voor alle projecten plaats door een nieuwe versie van het bestaande Word-document te maken en deze op te slaan in een nieuwe map (bijvoorbeeld Figuur 3.2).

Address	
I:\9T1685\Technical_Data\SRS	
01. 26 maart 2009	18-6-2009 16:45
02. 27 maart 2009	18-6-2009 16:45
03. Praatplaatjes	16-11-2009 10:47
04 27 april 2009	18-6-2009 16:45
05 11 mei opm van richard op SRS	18-6-2009 16:45
06 versie 14 mei 2009	18-6-2009 16:45
07 versie 18 mei 2009	18-6-2009 16:45
08 versie 25 mei 2009	18-6-2009 16:45
09 28 mei opm Richard	18-6-2009 16:45
10 versie 29 mei 2009	18-6-2009 16:45
11 def concept 29 mei 2009	18-6-2009 16:45
12 versie richard	18-6-2009 16:45
13 nieuwe SRS	9-3-2010 11:40
14. opmerkingen RB 5 juni 2009	18-6-2009 16:45
15. Concept SRS (6-7-2009)	6-7-2009 16:53
16 opm Saco en STADSDEEL op vorige	10-7-2009 8:37
17 versie 11	10-7-2009 8:37
18 versie 12	10-7-2009 8:37
19 versie 13	10-7-2009 8:37
20 versie 14	10-7-2009 8:30
21 versie 15 SRS (10-7-2009)	10-7-2009 15:14
22 versie 15 (Reviews SRS door ProRail, OGA...	7-10-2010 15:35
23 evaluatie SRS	5-10-2009 11:32
24 SRS Def	16-11-2009 10:44
SETool 2.1.7 (20-01-2009)	18-6-2009 16:45
SRS versie 0.1 (27-3-2009)	7-6-2010 15:15
SRS versie 0.2 (14-4-2009)	26-10-2009 10:56
SRS versie 0.3 (22-4-2009)	7-10-2010 15:41
voorbeeld ProRail	7-10-2010 15:35
Compliance matrix: SRS Robert (27-3-2009).pdf	31-3-2009 12:11
Eisen totaal tbv SRS.xls	12-6-2009 16:43
Export EISEN SRS (20-1-2009).doc	12-6-2009 16:43

Figuur 3.2. Versiebeheer SRS in project Watergraafsmeer.

3.4 Fase 4: Uitwerken tot Vraagspecificatie (VS)

Als de systeemspecificatie het detailniveau en bijbehorende ontwerpruimte heeft bereikt waarmee de opdrachtgever de markt wil benaderen, dan wordt overgegaan tot het uitwerken van de Vraagspecificatie. Bepalend voor dit moment is de inkoopstrategie van de opdrachtgever, waarmee de scheidslijn tussen opdrachtgever en opdrachtnemer wordt gevormd. Daarnaast zijn de te volgen aanbestedingsprocedure (met bijbehorende gunningscriteria) en de contractbeheersingstrategie van invloed op de inhoud en het niveau van de Vraagspecificatie (Rijkswaterstaat, 2010). Op basis van de benodigde diepgang van eisen en de scope van het contract wordt als het ware een uitsnede van de Systeemspecificaties gemaakt. De vraagspecificatie bepaalt daarmee het werk dat door de opdrachtnemer zal worden uitgevoerd en dit zal waarschijnlijk niet overeenkomen met het volledige systeem dat de opdrachtgever wil laten uitvoeren. Er zullen namelijk altijd onderdelen van het systeem door de opdrachtgever zelf of door andere partijen



worden uitgevoerd (Rijkswaterstaat, 2010). Voor de activiteiten binnen de stappen V1 tot en met V5, met betrekking tot de uitwerking tot de vraagspecificatie, wordt verwezen naar het stappenplan van Rijkswaterstaat (2010).

Uit Tabel 5 blijkt dat het SE Stappenplan (Rijkswaterstaat, 2010) tien producten onderscheidt in de fase “Uitwerken Vraagspecificatie”. Een beschrijving van de inhoud van de tien producten en een toelichting op de kleurkeuze per project zijn te vinden in Bijlage A.

Tabel 5. SE producten m.b.t. de uitwerking van de vraagspecificatie in de zes praktijkprojecten.

Oranje: iets gevonden wat erop lijkt, maar niet volledig	Groen: Gevonden
Grijs: Niet gevonden, maar uit bestaande documenten is op te maken dat het wel is gedaan, echter niet vastgelegd.	Rood: Niet gevonden

Fase 4: Uitwerken tot Vraagspecificatie (VS)

Stappen	Producten	1. ODG Laan der VN	2. N302 Harderwijk	3. GBZ Bergerden	4. ODG Watergraafsmeer	5. RWZI Haarlo	6. Gemaal Gansoijen
V1. Bepalen ontwerprijimte en diepgang VS	V1.1 Beschrijving ontwerprijimte en diepgang eisen VS						
	V1.2 Diepgang VS als input risicodossier						
V2. Bepalen scope vraagspecificatie	V2.1 Matrix tbv afbakening scope VS						
	V2.2 Raakvlakken tussen contractscope en projectscope in risicodossier						
V3. Vullen van standaardformat vraagspecificatie	V3.1 VS Eisendeel						
	V3.2 VS Procesdeel						
V4. Kwaliteitsborging vraagspecificatie	V4.1 Toetsrapportage vraagspecificatie eisendeel						
V5. Valideren van vraagspecificatie aan systeemeisenspecificatie	V5.1 Validatierapport Vraagspecificatie						
	V5.2 Gewijzigde Vraagspecificatie						
	V5.3 Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemontw.						

Uit een analyse van Tabel 5 blijkt dat de input van het risicodossier in praktijk wordt vastgelegd, dat wil zeggen het gecontroleerd bijhouden van de risico's met betrekking tot de diepgang van de vraagspecificatie (V1.2) en de raakvlakken tussen contractscope en projectscope (V2.2). Daarnaast wordt in alle projecten een vraagspecificatie gemaakt, maar dan alleen het eisendeel (V3.1), het procesdeel (V3.2) wordt niet gemaakt. Dit wordt aan de opdrachtnemer overgelaten. Wederom valt op dat toetsing (V4.1), valideren (V5.1) en het bijhouden van wijzigingen (V5.2 en V5.3) niet of nauwelijks worden uitgevoerd. Bij de SE-lite-projecten RWZI Haarlo en Gemaal Gansoijen valt op dat de meeste stappen uit Tabel 5 wel worden doorlopen, maar dat ze niet worden vastgelegd.

3.5 Resumé

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de eerste onderzoeksvraag. Deze onderzoeksvraag bestaat uit twee delen, die hieronder na elkaar behandeld worden.

Onderzoeksvraag 1.1: Welke stappen nemen een opdrachtgever en opdrachtnemer in het proces van 'het probleem van de opdrachtgever' tot 'de oplevering van de eisenspecificatie' volgens SE?

Door middel van een casestudie van een zestal Royal Haskoning UAV-gc projecten en het Stappenplan SE van Rijkswaterstaat (2010) is onderzocht welke stappen er worden ondernomen om een vraagspecificatie tot stand te brengen. Dat de zes projecten allemaal zijn gestart, vóór het uitbrengen van het Stappenplan SE, wordt niet als een bezwaar gezien om de projecten aan het stappenplan te spiegelen. Het stappenplan is namelijk een geheel van bestaande onderdelen van het SE-proces, op bepaalde aspecten aangepast aan de Civiele praktijk, en de stappen waren dus bekend.

'Projectafhankelijk' is het woord dat bij elk gesprek met de projectbetrokkenen naar voren komt. Met andere woorden: elk project is anders en de betrokkenen moeten zelf beslissen welke mate van detaillering daarbij past. De werkwijze op basis van het Stappenplan SE is een ideale, maar voor veel projecten overcomplete, afspiegeling van hoe een project in de praktijk wordt doorlopen. Van de vier fasen die in het Stappenplan SE zijn geïdentificeerd, zijn in de praktijkprojecten maar een beperkt aantal producten volgens de beschrijving in Bijlage A gemaakt. Dit blijkt ook uit Figuur 3.3 waarin de ontbrekende producten/stappen zijn gemarkeerd.

In Figuur 3.3 worden de resultaten uit de inventarisatie van de zes praktijkprojecten terugvertaald naar de vraag wat dit betekent voor het raamwerk uit Figuur 2.9. Omdat niet alle onderdelen uit het raamwerk letterlijk terugkomen, hebben deze stappen een subnummering gekregen, dat verwijst naar een product uit het stappenplan SE. Bijvoorbeeld: Stap S4 uit het stappenplan SE (Analyseren en formuleren van eisen, functies en prestaties) bevat erg veel activiteiten. Het bedenken van een verificatiemethode is één van die activiteiten en komt terecht in het product S4.4 V&V plan. De andere producten hebben te maken het creëren van een compleet systeem en hebben daarom meer raakvlakken met validatie. Er is daarom besloten de stap S4 uit elkaar te trekken en de producten individueel toe te wijzen binnen het raamwerk (Figuur 3.3).

Het vermoeden is dat wordt geprobeerd om het vertrouwde Programma van Eisen te gieten in de vorm van SE, maar het gaat niet om de vorm, het gaat om de inhoud. Alle "randverschijnselen van SE" worden buiten het project gehouden, terwijl deze producten juist bijdragen aan een onderbouwde vraagspecificatie. Nu volgt per fase een opsomming van producten die in de praktijkprojecten wel en niet zijn gemaakt:

	Producten die wel zijn gemaakt (aantal projecten wel gemaakt)	Belangrijke producten die missen (aantal projecten wel gemaakt)
Fase 1: Project structureren, Tabel 2	P1.1 Projectscoop beschrijving (in 5/6 projecten) P3.1 Werk Breakdown Structure (3/6) P- Projectplan (3/6)	P2.1 Systeemarch. vd input (1/6) P2.2 Systeem Breakdown Str. (0/6) P5.1 Gewijzigde projectscoop (0/6)
Fase 2: Vaststellen van de klantvraag, Tabel 3	K1.1 Probleemdefinitie (3/6)	K2.2 Stakeholderdiagram (1/6) K3.1 Lijst klanteisen (1/6) K4.1 Validatiestrategie (1/6) K5.1 Klanteisenspecificatie (1/6) K6.1 Gewijzigde klanteisenspecificatie (0/6) K6.2 Gewijzigde projectscoop (1/6)

Fase 3: Ontwikke- len van het sys- teem, Tabel 4	S1.1 Beschrijving best. omgeving (5/6) S3.1 Eisen tbv systeemspecificatie (6/6) S4.3 Requirements Breakdown Str. (4/6) S4.5 Functie Breakdown Structure (3/6) S5.1 Systeem Breakdown Str. ture (5/6)	S2.1 V&V managementplan (0/6) S4.4 V&V plan (1/6) S5.2 Kruistabel functies en syste- men (0/6) S7.1 Verificatierapport (0/6) S9.1 Validatierapport (0/6) S9.2 Gewijzigde Systeemspecifica- tie/systeemontwerp (0/6) S9.3 Gewijzigde Klanteisenspecifi- catie (0/6)
Fase 4: Uitwerken tot Vraagspecifi- catie, Tabel 5	V1.2 Beschrijving diepgang VS (3/6) V2.2 Beschrijving raakvlakken tussen contract en projectscope (3/6) V3.1 VS Eisendeel (5/6)	V2.1 Matrix afbakening scope (0/6) V3.2 VS Procesdeel (0/6) V4.1 Toets vraagspec eisen (0/6) V5.1 Validatierap. Vraagspec (0/6) V5.2 Gewijzigde Vraagspec. (0/6) V5.3 Gewijzigde Systeemspec (0/6)

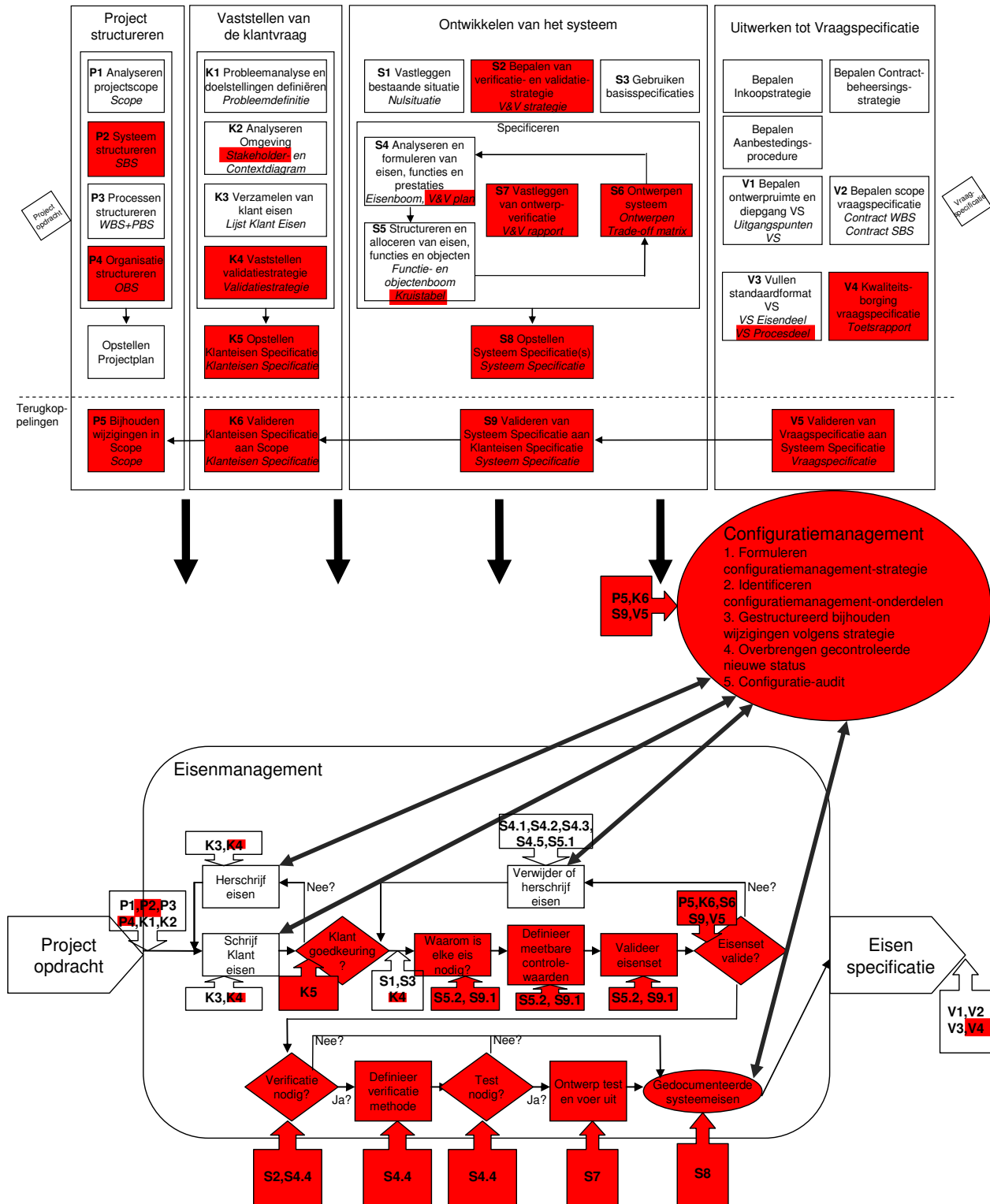
Het belangrijkste dat uit de resultaten blijkt is dat de onderdelen die betrekking hebben op het toevoegen, valideren, verifiëren en traceren van eisen in de praktijkprojecten onderbelicht worden (Figuur 3.3). Het toevoegen van eisen wordt onderbelicht doordat de belangrijkste producten uit fase 2 niet zijn gemaakt. Uit de resultaten is op te maken dat validatieplannen en -rapporten (K4.1, S2.1, S4.4, S9.1, V5.1) niet worden gemaakt. Daarnaast ontbreken verificatieplannen en -rapporten (S2.1, S4.4, S7.1). Dat wil zeggen dat bij de systeemeisen geen verificatiemethoden worden vastgelegd. Het traceren van eisen zal moeizaam gaan, wanneer in de projecten de kruistabel tussen functies en systemen (S5.2) ontbreekt en wijzigingen niet traceerbaar worden bijgehouden (P5.1, K6.1, K6.2, S9.2, S9.3, V5.2, V5.3). ‘Traceerbaar bijhouden van wijzigingen’ betekent dat het voor een buitenstaander (een persoon anders dan de eisenontwikkelaar, in dit geval de onderzoeker) na te gaan is welke eisen zijn gewijzigd en waarom.

Onderzoeksvraag 1.2: En hoe beheren opdrachtgever (OG), en opdrachtnemer (ON) eisenwijzigingen in de praktijk?

Het antwoord op het tweede deel van de eerste onderzoeksvraag is dat opdrachtgever en opdrachtnemer eisenwijzigingen in de projecten beheren door oude eisen te overschrijven, of door de optie “Wijzigingen bijhouden” in Word (§3.1). Dit zorgt niet voor traceerbaarheid van de eisen en wijzigingen (zie antwoord onderzoeksvraag 1.1).

Het stappenplan wordt in de praktijk gebruikt als een gereedschapskist, waaruit de SE'er zijn gereedschap haalt. Kenmerk van de gereedschapskist is dat je bij een project niet altijd de hele inhoud nodig zult hebben. De keuze is aan de SE'ers om één of meerdere onderdelen uit het stappenplan over te slaan, bijvoorbeeld omdat het een klein project betreft. Maar uit de resultaten van deze case-studie (Figuur 3.3) blijkt dat in een gemiddeld project weinig producten uit het Stappenplan SE worden toegepast.

Figuur 3.3 schetst dus een triest beeld van de gesteldheid van het eisenontwikkelingsproces in de projecten op het gebied van Systems Engineering. Hoofdstuk 4 zal ingaan op de oorzaken en gevolgen van de gesteldheid van het eisenontwikkelingsproces. Het positieve vooruitzicht is dat projectleiders beweren dat in nieuwe projecten (gestart in 2010/2011) meer SE-stappen worden gezet.



Figuur 3.3. Confrontatie raamwerk uit Figuur 2.9 met het RWS Stappenplan SE.

Toelichting: In de figuur zijn blokken gemarkeerd die in een meerderheid van de zes praktijkprojecten niet zijn uitgevoerd.

Boven: Stappenplan SE van Projectopdracht tot Vraagspecificatie. Bron: Rijkswaterstaat (2010)

Onder: Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.

4 Beschouwing eisen- en configuratiemanagementproces

Dit hoofdstuk gaat in op de vraag waarom eisen- en configuratiemanagement (EM&CM) in de praktijk misgaan. Het denkkader dat wordt gebruikt bij het beschouwen van de knelpunten in EM&CM is het raamwerk uit Figuur 2.9. De knelpunten worden behandeld voor de functies: Toevoegen van eisen (§4.1), Wijzigen van eisen (§4.2), Traceren van eisen (§4.3), Valideren van eisen (§4.4), Verifiëren van eisen (§4.5) en Goedkeuren van eisen (§4.6). Deze functies zijn een weerspiegeling van de stappen in het raamwerk.

Aan het begin van elke paragraaf wordt grafisch aangegeven op welke onderdelen in het raamwerk uit Figuur 2.9 de CM-functies van toepassing zijn. In de onderliggende subparagrafen wordt vervolgens in blokken aangegeven welke knelpunten erin naar voren komen. Per blok wordt ook aangegeven of de opdrachtgever (OG), of de opdrachtnemer (ON) de oorzaak is van het knelpunt en voor wie van deze partijen het een knelpunt is. Tenslotte wordt aangegeven uit welke bron het knelpunt naar voren is gekomen. Nu volgt eerst een korte beschrijving van de onderzoeksmethode.

Onderzoeksmethode van dit hoofdstuk

Om te onderzoeken waarom eisen- en configuratiemanagement in de praktijk misgaan, worden de volgende stappen doorlopen:

1. Afnemen interviews projectbetrokkenen en specialisten

Naast het bespreken van de praktijkprojecten zijn enkele projectbetrokkenen ook bereid gevonden om hun visie te geven op de vraag wat er in de praktijk misgaat op het gebied van eisen- en configuratiemanagement en waarom. Dit is gebeurd aan de hand van een interview-protocol. Omdat een beperkt aantal projectbetrokkenen bereid was om dit interview te ondergaan is besloten om daarnaast nog een aantal specialisten van Royal Haskoning en een specialist van buiten Royal Haskoning te interviewen. De interviewvragen en een samenvatting van de twaalf interviews zijn te vinden in Bijlage C.

2. Raadplegen tegensprekende en bevestigende literatuur

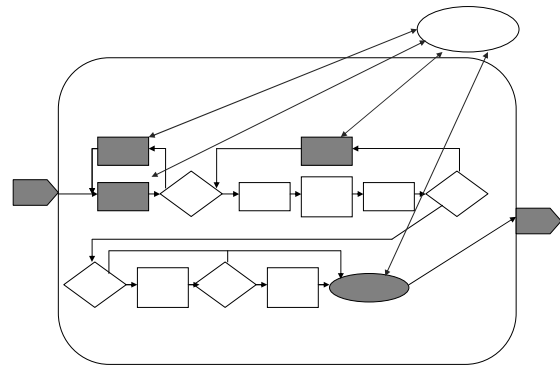
Ten eerste zullen op zichzelf staande knelpunten uit de in hoofdstuk 2 geraadpleegde literatuur worden behandeld. Ten tweede zal de literatuur gebruikt worden om opmerkingen van projectbetrokkenen en specialisten, die niet objectief kunnen zijn, te onderbouwen of tegen te spreken. Aanvullende literatuur wordt gevonden op basis van de bronnenlijst van de literatuur uit hoofdstuk 2.

3. Analyseren knelpunten in eisen- en configuratiemanagement

Op basis van de interviews en literatuur is in dit hoofdstuk een analyse gemaakt van de knelpunten in de processen van eisen- en configuratiemanagement. De knelpunten worden gestructureerd besproken aan de hand van de in §2.4 geïdentificeerde eisen- en configuratiemanagementfuncties.

4.1 Toevoegen van eisen

In deze paragraaf zullen knelpunten besproken worden die ontstaan als gevolg van het toevoegen van eisen. Stappen uit het raamwerk die het toevoegen van eisen faciliteren zijn weergegeven in Figuur 4.1.



Figuur 4.1. Stappen voor toevoegen van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

4.1.1. Werkzaamheden vooraf

Het toevoegen van eisen wordt in gang gezet door het 'problem statement' van de opdrachtgever (§2.1.1). Het project begint bij de opdrachtgever, die een systeem wil laten (ver)bouwen. Het is belangrijk dat de opdrachtgever eerst duidelijk voor ogen heeft wat zijn belangrijkste functie-eisen aan het systeem zijn, alvorens hij eventueel naar een ingenieursbureau stapt om hem te helpen bij het verder ontwikkelen van de uitvraag (eisen specificatie) voor het systeem. Doelen van de opdrachtgever in projectopdrachten zijn vaak niet goed doordacht (De Swart, 2010). Veel opdrachtgevers denken daar nu niet over na (B. Wup op persoonlijke titel, Bijlage C.2.). Wanneer de opdrachtgever van tevoren al goed zou nadenken over wat zijn gewenste functies zijn, is het voor de ontwerper eenvoudiger om tot een compleet beeld van de eisen en wensen te komen. Als de opdrachtgever en opdrachtnemer (ontwerper) hun voorwerk goed doen, is de kans groter dat ze elkaar eerder begrijpen (E. Burgers op persoonlijke titel, Bijlage C.3.). Dit zou de onderlinge waardering vergroten. Het ontbreken van grondig voorwerk is terug te zien in Tabel 2 over het structureren van een project (§3.1).

Toe.1. Grondig voorwerk door de opdrachtgever vóór de eerste ontmoeting met de ontwerper ontbreekt vaak, daardoor ontstaat wederzijds onbegrip;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

4.1.2. Eisenontwikkelingsmethode

SE wordt in projecten tegelijkertijd opgestart met het construeer- en tekenwerk. Het SE-proces loopt dus achter de feiten aan, terwijl het structuur zou moeten aanbrengen in het ontwerpproces. Een goede eisenontwikkelingsmethode vergroot de waarschijnlijkheid dat het systeem juist wordt gebouwd (§2.1.1), maar de methode uit het ene project is niet zondermeer toepasbaar in een ander project (Davis en Zowghi, 2004). Het is mogelijk, maar onwaarschijnlijk, dat de eisen van de klant, zoals die zullen gelden bij de oplevering van het systeem, van tevoren geïdentificeerd en juist geïnterpreteerd zijn. Dit is volgens Davis en Zowghi (2004) ook een kwestie van geluk.

Toe.2. Een generiek toepasbare eisenontwikkelingsmethode bestaat niet. Dat wil zeggen, wat voor het ene project toepasbaar is, is niet zondermeer toepasbaar in een ander project;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	-	OG, ON	Literatuur

4.1.3. Functiedenken

Het 'problem statement' bestaat uit beschrijvingen van wat het systeem moet kunnen: de functies (§2.1.1). Bij het uiten van eisen door klanten en stakeholders speelt het probleem dat het voor de opdrachtgever en andere stakeholders moeilijk is om te denken in de functies van een systeem (wat het moet kunnen), terwijl Davis en Zowghi (2004) aangeven dat met het achterhalen van de gewenste

functies de waarschijnlijkheid wordt vergroot dat het juiste systeem wordt gebouwd (zie §2.1.1). In plaats daarvan hebben opdrachtgever en stakeholders het liever over objecten (hoe het eruit moet zien). De keuze om in functies (met bijbehorende eisen) en functievervullers (objecten of bouw delen) te specificeren, houdt volgens Dorleijn (2008) een verandering van werkwijze in die in de praktijk soms lastig in te vullen blijkt. Naast de opdrachtgever en stakeholders zijn ook de uitvoerende partijen namelijk gewend om in concrete oplossingen te denken in plaats van in meer abstracte oplossingsvrije functies en deze te vervullen.

Dat is ook één van de redenen dat een (interne of externe) ontwerper wordt ingeschakeld, die wel in functies kan denken en de objectgerichte gedachten van de opdrachtgever kan vertalen in functies. In Tabel 4 is te zien dat beweerd wordt dat de functionele analyse wel is uitgevoerd maar dit werd (in 4 van de 6 gevallen) niet vastgelegd. De kruistabel, waarin wordt vastgelegd hoe de functies worden afgedekt door systemen, is een belangrijk middel om te controleren of de klanteisen en -wensen worden afgedekt. Uit Tabel 4 blijkt dat slechts in 2 van de 6 projecten een tabel is gemaakt die lijkt op een kruistabel.

Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de oplossingsvrijheid vergroot;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

Ontwerpvrijheid in de eisen is belangrijk voor de SE-systematiek (Dorleijn, 2008). Dit betekent niet dat de opdrachtgever bij het toevoegen van eisen moet proberen om geforceerd een open, oplossingsvrije eisenspecificatie te schrijven (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.). Als bepaalde objectgerichte details echt belangrijk zijn voor de klant dan moeten ze onversleuteld terugkomen in de eisenspecificatie. Wanneer de eisen op geforceerde manier functioneel beschreven worden, ontstaat slechts de schijn van ontwerpvrijheid (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.). Dit moet geen vrijbrief zijn om eisen dan maar niet meer functioneel te beschrijven. Het blijft in eerste instantie belangrijk om te achterhalen wat het systeem moet kunnen.

Toe.4. Eisen moeten niet geforceerd functioneel beschreven worden: dit zorgt voor schijn ontwerpvrijheid;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

4.1.4. Praktische problemen bij het schrijven van eisen

Wat erg foutgevoelig is, is dat vaak meerdere eisen in één eis worden gestopt (B. van Rossum op persoonlijke titel, zie Bijlage C.10.), de zogenaamde meervoudige eisen. Eén eis dient maar één behoefte te verwoorden, dit wordt ook wel atomair formuleren genoemd (De Swart, 2010). Het probleem van meervoudige eisen, waarin meerdere behoeften worden verwoord is namelijk dat die pas kunnen worden goedgekeurd als aan alle delen wordt voldaan. Ook zullen de verschillende behoeften in een meervoudige eis anders gemeten (geverifieerd) worden. Daarnaast bestaat de kans dat de opdrachtnemer een deel van de eis over het hoofd ziet, nadat hij aan het andere deel van de eis voldoet. Dit is vervolgens niet terug te vinden in het verificatierapport (verificatie-uitvoering), want de eis is afgevinkt. Het ontbreken van een verificatieplan (§3.3) werkt ook niet mee aan het oplossen van dit probleem.

Toe.6. Verschillende eisen die bij elkaar horen worden in één eis gestopt;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

De eisenontwikkelaars van de 6 praktijkprojecten hebben het allemaal over SMART schrijven van eisen, maar wanneer hun eisendocumenten bestudeerd worden blijkt dat zeer veel eisen niet SMART zijn. Een eisenlijst dient duidelijk georganiseerd te zijn (§2.1.4). Daarnaast zijn de eisendocumenten nog te vaak lange, ongestructureerde, onoverzichtelijke lijsten, die alleen voor de maker leesbaar zijn (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.; R. Bosch op persoonlijke titel, zie Bijlage C.1.). Dit is een knelpunt, omdat de eisendocumenten juist bedoeld zijn als input voor opdrachtnemers. Eisendocumenten dekken daarmee de informatiebehoefte van de opdrachtnemers niet af (Landman, 2010).

Toe.7. Eisenlijsten zijn vaak lange lijsten die, bij wijze van spreken, alleen voor de maker leesbaar zijn;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

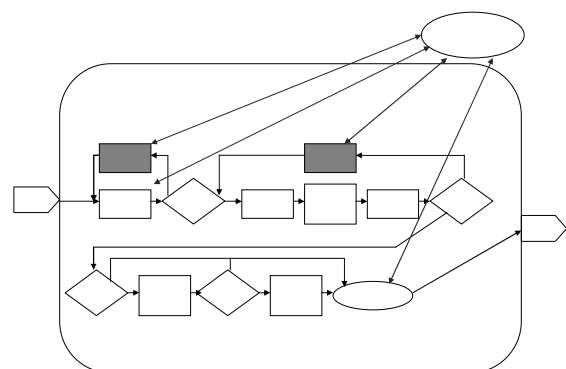
4.1.5. Het afleiden van eisen

Ook de opdrachtnemer voegt eisen toe; dit worden de afgeleide eisen genoemd. Het idee achter het afleiden van eisen is dat een abstracte eis meetbaar wordt (Rijkswaterstaat, 2009). Sommige opdrachtnemers denken echter dat wanneer zij eisen toevoegen, ze zichzelf meer prestatiedruk opleggen, omdat ze dan ook aan meer eisen moeten voldoen. Het doel van het afleiden van eisen is om het systeem te decomponeren in behapbare onderdelen en bijbehorende werkzaamheden. Over afgeleide eisen moet overeenstemming bereikt worden tussen opdrachtnemer en opdrachtgever. De functionele beschrijvingen dienen te worden goedgekeurd door de klant (§2.1.1). Als de opdrachtgever geen tijd neemt om afgeleide eisen te bespreken, is het voor de opdrachtnemer moeilijk om te achterhalen wat de behoefte van de opdrachtgever is. Dit is een veelgehoorde klacht. De opdrachtnemer besluit in dat geval eisen niet af te leiden (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.).

Toe.8. Afleiden van eisen door opdrachtnemers wordt onterecht als prestatiedruk verhogend gezien;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	ON	OG, ON	Interview
Toe.9. Opdrachtgevers nemen te weinig tijd om, door opdrachtnemer afgeleide, eisen te bespreken.	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

4.2 Wijzigen van eisen

Onder “Wijzigen van eisen” wordt verstaan dat er veranderingen plaatsvinden in bestaande eisen. De stappen uit het raamwerk die het wijzigen van eisen faciliteren zijn weergegeven in Figuur 4.2. Deze eisen kunnen voortkomen uit voortschrijdend inzicht waarbij interne of externe stakeholders komen met nieuwe ideeën, versoering van het ontwerp waardoor de kosten worden verlaagd of door optimalisatie van het ontwerp waarmee dezelfde of hogere waarde kan worden gecreëerd tegen lagere kosten.



Figuur 4.2. Stappen voor het wijzigen van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

4.2.1. Informatie-uitwisseling en communicatie

Opdrachtgever en opdrachtnemer moeten overeenstemming bereiken over de invulling en uitvoering van een eis in een overeenstemmingsfase (§2.2.3). Wat bij wijzigingen cruciaal is, is dat iedereen op de hoogte gehouden wordt. Dit wordt mogelijk gemaakt door de informatie-uitwisseling en communicatie (§2.3). Heldere afspraken over de wijze van communiceren en samenwerking ontbreken vaak omdat iedere partij vanuit eigen contractuele kaders zich uitsluitend verantwoordelijk voelt voor de eigen werkzaamheden. Dit heeft gevolgen voor het herstel van fouten en het doorvoeren van wijzigingen (Schaap en Bouwman, 2006). Niemand heeft het volledige overzicht over alle informatie die in omloop is. Niet duidelijk is wie verantwoordelijk is voor het behouden van overzicht. De projectleider heeft niet de kennis van alle onderhevige disciplines en kan zodoende niet in alle gevallen het volledige overzicht bewaren, ook al wordt dit wel verwacht.

Wij.1. Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich vooral verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden. Dit remt de systeembenadering;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

Wijzigingen moeten altijd worden voorgelegd aan de klant (§2.2.3). Wijzigingen worden vaak eerst informeel gecommuniceerd voordat ze formeel worden ingediend. De gedachte daarachter is dat de opdrachtnemer tijdsdruk heeft en daarom snel door wil met ontwerp of uitvoering. De doorlooptijd van een wijzigingsaanvraag tot goedkeuring wordt door opdrachtnemers over het algemeen als traag ervaren (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.; E. Burgers op persoonlijke titel, Bijlage C.3.; J. van Gelder op persoonlijke titel, zie Bijlage C.6.). Het komt voor dat opdrachtnemers wijzigingen al doorvoeren voordat ze kenbaar worden gemaakt aan de opdrachtgevers (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.). Volgens opdrachtnemers kost het erg veel moeite om wijzigingen en verbetervoorstellen door te voeren, met betrekking tot de structuur van de eisenspecificatie of onduidelijkheid van de eis. De opdrachtnemers geven aan dat de opdrachtgever te weinig tijd neemt voor de behandeling van wijzigingen en de beantwoording van vragen (E. Burgers op persoonlijke titel, zie Bijlage C.3.).

Wij.2. Opdrachtgever neemt weinig tijd voor behandeling van wijzigingen/vragen;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	ON	Interview

Configuratiemanagement zorgt ervoor dat de gegevens met betrekking tot het project geactualiseerd worden, zodat altijd een adequate omschrijving beschikbaar is van het geheel van producten en diensten die het project dient op te leveren (§2.2.3). Uit Tabel 2 tot en met Tabel 5 komt naar voren dat producten die betrekking hebben op het bijhouden van wijzigingen, niet of nauwelijks worden gemaakt. Het merendeel van de projectmedewerkers gaf aan dat wijzigingen niet direct worden gecommuniceerd en dat ze zelf achter dit soort zaken moeten komen. Terwijl projectmedewerkers dit soort informatie juist dienen te krijgen zonder erachteraan te hoeven bellen. Elke gedetecteerde fout in de ontwikkelfase van een systeem bespaart op (langere) termijn een substantiële hoeveelheid tijd en kosten (§2.1.3). Stel dat een set eisen is gemaakt, maar in de opvolgende ontwerp- en uitvoeringsfasen wijzigingen aan die eisenset niet worden behandeld (en die kans bestaat als er geen onderling overleg plaatsvindt tussen opdrachtgever en opdrachtnemer) dan is de kans groot dat het eindproduct niet succesvol zal zijn (Davis en Zowghi, 2004).

Wij.3. Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview
Wij.4. Ondanks een 'uitstekende' eisenspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussen-tijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

4.2.2. Het revisieproces: veel administratief werk

De Ruijter, Gram en Keulen (2010) geven aan dat één van de lessen uit het Tunnelproject A73³ is dat opdrachtgevers de scope moeten bevriezen en wijzigingen moeten voorkomen. Het is volgens De Swart (2010) een illusie om te veronderstellen dat eenmaal overeengekomen eisen niet meer wijzigen. Uit een onderzoek van Jones (in De Swart, 2010) blijkt bijvoorbeeld dat het aantal eisen bij een eenjarig (software)project al met 27% toeneemt en in een tweejarig project zelfs met 61%. Opdrachtgevers en opdrachtnemers kunnen wel trachten om het aantal wijzigingen tot een minimum te beperken.

Het managen van de configuraties houdt in dat elke goedgekeurde wijziging wordt vastgelegd in een nieuw basisniveau (§2.2.3). Er is sprake van een omvangrijk revisieproces. Bij de overdracht van informatie wordt deze informatie vaak in een andere vorm omgezet en wordt de waarde ervan gereduceerd (bijvoorbeeld van digitaal naar papier of van 3D naar 2D). Daarnaast is er veel informeel telefonisch contact, contact tussen actoren is vaak ad hoc en wordt nauwelijks gedocumenteerd. In uitvoeringsfasen ontdekte fouten in eisenspecificaties worden volgens De Swart (2010) wel opgelost, maar niet vastgelegd, waardoor men er niet van kan leren en hierdoor ontstaan herhalingsfouten.

Wij.5. Omvangrijk informeel revisieproces (telefonisch, email), dit wordt nauwelijks gedocumenteerd;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview
Wij.6. In uitvoeringsfase ontdekte 'fouten' in eisenspecificaties worden wel opgelost, maar niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

Revisiebeheer is, volgens Schaap en Bouwman (2006), van belang voor het beheer en onderhoud van eisen tijdens het ontwerpproces en voor de eindafrekening, maar legt al tijdens het proces grote druk op de voortgang en vergt veel administratieve werkzaamheden. In algemene zin kan van Configuratiemanagement (CM) gezegd worden dat implementatie in veel gevallen plaatsvindt zonder voldoende analyse en ontwikkeling van het proces, de database en de benodigde procedures (OGC, 2006), waardoor CM onvoldoende planmatig wordt opgezet. Daarnaast heerst de tegenstrijdigheid dat het management hoge verwachtingen koestert met betrekking tot CM, maar dat hetzelfde management tegelijkertijd een gebrek aan toewijding tentoonspreidt. Projectbetrokkenen zien CM als bureaucratisch en foutgevoelig (OGC, 2006; Sogeti, 2007). Het is onduidelijk hoeveel versies er in omloop zijn en de identificatie van documenten is niet eenduidig. Dit zorgt voor verwarring.

Wij.7. Revisiebeheer legt grote administratieve druk op werknemers;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	-	OG, ON	Literatuur

³ Het Tunnelproject A73 is geen onderdeel van de praktijkstudie, maar werd als voorbeeld aangehaald in de Quickscan Tunnelprojecten van Rijkswaterstaat (De Ruijter, Gram en Keulen; 2010)

4.2.3. ICT-ondersteuning in revisiebeheer

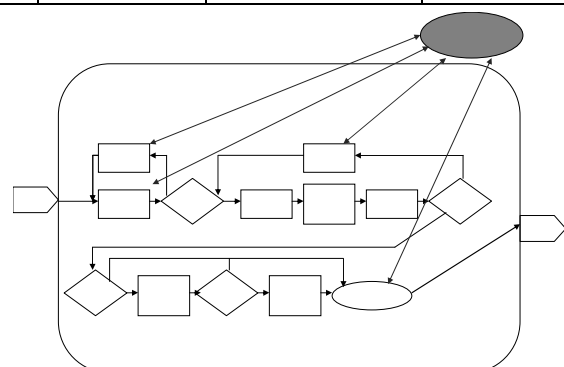
De manier van opslag van informatie moet worden vastgelegd (§2.2.1). Uit onderzoek naar verschillende communicatiemethoden in de bouw (Adriaanse, 2001 & Schaap en Bouwman, 2006) blijkt dat de ondersteuning door ICT-toepassingen in het revisiebeheer nog onvoldoende wordt benut. Toepassingen worden, volgens Schaap en Bouwman (2006), disciplinegericht ontwikkeld vanuit een technology push-benadering.

De informatie-uitwisseling van persoon tot persoon gebeurt over het algemeen aan de hand van papieren tekeningen (traditioneel) en uitwisseling van onder meer AutoCAD, Word en Excel-bestanden. Adriaanse spoorde de civiele techniek met zijn afstudeeronderzoek in 2001 aan om voor de communicatie en informatie-uitwisseling, de ICT meer te benutten. Als de specificaties van de eisen alleen in documenten zijn vastgelegd, spaart de eisenbeheerder wijzigingen op en brengt daarna een nieuwe versie van het document uit. Dit kan, volgens De Swart (2010), onduidelijkheid over de actuele stand van de eisen tot gevolg hebben. Aan de hand het document en het versienummer zelf is namelijk niet af te leiden of het de actuele versie is. Helaas, in 2006 komt de ICT-gerichte communicatie van persoon naar server, applicatie naar applicatie en persoon/applicatie naar productmodel, volgens Schaap en Bouwman, in de GWW-sector nog slechts in beperkte vorm voor.

Wij.8. ICT wordt onvoldoende benut om revisiebeheer te verbeteren;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

4.3 Traceren van eisen

Traceren van eisen betekent letterlijk “het spoor aanwijzen van”. Dit wordt gefaciliteerd door Configuratie-management in Figuur 4.3. Voor eisen betekent dit dat terug te vinden moet zijn welke weg de eis heeft afgelegd om te komen tot zijn huidige vorm. Wanneer een nieuwe eis is toegevoegd, een oude eis is verwijderd of veranderd, moet voor iedere betrokkene te achterhalen zijn door wie dat is gebeurd en waarom. Vooral omdat mensen in het project komen en gaan.



Figuur 4.3. Stappen voor het traceren van eisen.
(het grijze blok in het raamwerk)

4.3.1. Vastleggen ontwerpbeslissingen: bewaren versies

Oude basisniveaus dienen bewaard te blijven, voor het geval de geschiedenis van een eis moet worden teruggehaald, wanneer een ontwerpbeslissing ter discussie staat (§2.2.3). In veel gevallen worden, indien een eis aangepast is, de voorgaande versies van die eis niet vastgelegd of bewaard. Ook wordt in veel gevallen niet aangegeven waarom de eis is gewijzigd en wat de ontwerpbeslissingen zijn (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C.5.). Wanneer de ontwerpers en stakeholders zijn doorgeslagen naar nieuwe projecten of veranderen van baan, verdwijnt daarmee ook de ontwerpbeslissing en de gedachte daarachter. Wanneer men deze beslissingen in een later stadium wil achterhalen, bijvoorbeeld met het oog op hergebruik of sloop (asset management), is dit niet mogelijk (Hull et al., 2004). Er is volgens verschillende betrokkenen wel steeds meer aandacht voor het bewaren van oudere versies van eisen en de ontwerpbeslissingen.

Tra.1. Bij wijziging van een eis worden de voorgaande	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
---	---------	---------------	------

versies van de eis vaak niet bewaard;	OG, ON	OG, ON	Interview
Tra.2. Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview
Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Literatuur
Tra.3b. Ontwerpbeslissingen worden überhaupt niet vastgelegd;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview

4.3.2. Eisnummering en eisinitiator

Een eis dient traceerbaar te zijn. Dit is één van de 'eisen aan eisen'. Het vastleggen van een rationale (achterliggende gedachten en ontwerpbeslissingen) draagt daaraan bij. Hiermee wordt de geschiedenis van een eis vastgelegd, en zijn oude besluiten terug te halen, die mogelijk gedurende het project ter discussie komen te staan (§2.1.4). In de onderzochte praktijkprojecten gebeurt het traceren van eisen nog alleen expliciet door het vermelden van de eisennummering en de eisinitiator. Voor wat betreft de eisennummering, die bestaat in alle gevallen uit een nummer met meerdere niveaus (bijvoorbeeld 1.2.3.1). Het eerste nadeel van eisennummering op meerdere niveaus is dat het de schijn geeft dat duidelijk is wat hun bovenliggende en onderliggende eisen zijn. Deze schijn is bedrieglijk, want in de praktijk is het voor mensen niet mogelijk een structuur van meerdere niveaus te begrijpen, zonder dit in beelden voor zich te zien (Ensing-Wijn, 2004). Een ander nadeel van eisennummering op meerdere niveaus ontstaat als een onderliggende eis op een verkeerde positie in de boomstructuur is geplaatst. Wanneer deze eis dan op de juiste positie wordt gezet, krijgt hij een ander eisennummer en is dan niet meer te traceren aan de hand van zijn oude nummer.

Tra.4. Eisennummering met niveaus (1.1, 1.1.4, etc) is niet goed voor de traceerbaarheid	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	-

De initiator van een eis wordt niet vastgelegd als persoon of dienst cq. afdeling, maar als bedrijf of instantie. Het probleem is dat het vervolgens niet goed te achterhalen is wie de eis heeft geuit, of er verantwoordelijk voor is. Met name bij overheden ontstaat er een vreemde situatie als alleen de overheid als geheel als eisinitiator wordt genoemd. Een overheid bestaat uit meerdere diensten, met elk hun eigen invloedsgebied. Als bij een eis "Gemeente Dordrecht" staat vermeld, dan is die eis in feite van bijvoorbeeld de "Dienst Stadsbeheer", terwijl de "Dienst Milieubeheer" weer hele andere (soms tegenstrijdige) eisen heeft.

Tra.5. Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, in plaats van een afdeling of natuurlijk persoon. Dit kan voor verwarring zorgen; (Zie ook "Goe.4.")	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Projecten-praktijk

4.3.3. Koppelen van gegevens en het gebrek aan passende ICT hulpmiddelen

In de bestudeerde praktijkprojecten blijkt het koppelen van gegevens een ondergeschoven kind. Inmiddels is een start gemaakt met het aan elkaar koppelen van functies, eisen en objecten, maar bin-

nen Royal Haskoning afdeling Civiele Constructies & Geotechniek maakt men nog geen gebruik van de mogelijkheid om gespecificeerde objecten, en onderliggende functies en eisen, direct te koppelen aan objecten in de ontwerptoeepassingen die in gebruik zijn (AutoCAD, Revit, Allplan). Andere Royal Haskoning afdelingen zijn verder met de ontwikkeling van koppelingen tussen functies, eisen en virtuele objecten, hierover meer in §6.3.

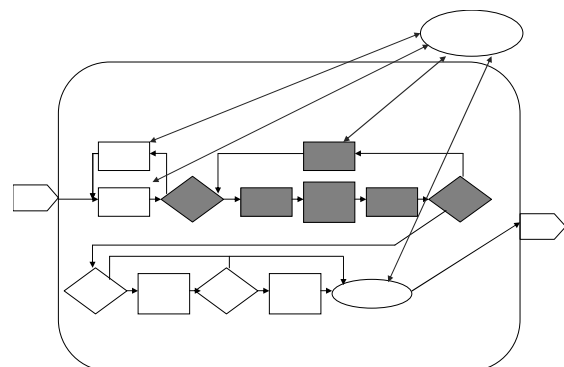
Tra.6. Koppelen van gegevens (functies, objecten, modellen, etc.) wordt in praktijk nauwelijks toegepast;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Projecten-praktijk

In de CM-strategie wordt de manier van informatieopslag vastgelegd, die gedurende het hele project wordt gehandhaafd (§2.2.1). De leveranciers van huidige applicaties voor Systems Engineering en ontwerp volgen de fragmentarische aanpak van de bouwsector en komen met de deeloplossingen waar de sector tot nu toe om vraagt. Gangbare specificatie- en ontwerpprocessen zijn weerbarstig en laten zich als deelprocessen van het totale bouwproces niet eenvoudig veranderen (Dorleijn, 2008). Hier liggen tot nu toe onverkende mogelijkheden.

Tra.7. Leveranciers van applicaties volgen de fragmentarische aanpak van de bouwsector.	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	-	OG, ON	Literatuur

4.4 Valideren van eisen

Door valideren wordt gecontroleerd of het juiste (valide) systeem gebouwd wordt. Met andere woorden wordt gekeken of het systeem dat gebouwd wordt voorziet in de klantbehoeften ofwel de gewenste functies, alleen dan creëert het bouwwerk voldoende toegevoegde waarde voor de klant. Validatie wordt in het raamwerk gefaciliteerd zoals weergegeven in Figuur 4.4. Validatie ligt op een hoger abstractieniveau dan verificatie. Verificatie kan in principe uitgevoerd worden zonder betrokkenheid van de klant, door elke ontwerper of tekenaar. Van verificatie is voor de klant slechts de uitkomst interessant (dat het systeem voldoet aan de gestelde eisen) en niet het verificatieproces. Validatie kan alleen uitgevoerd worden in aanwezigheid van de klant. Volgens Cook (2002) moet de klant worden betrokken bij dit proces en hij moet, eventueel na uitleg over het systeem door de ontwerper, beoordelen of het systeem voldoet aan zijn behoeften. Dit is dus geen taak van alleen de opdrachtnemer.



Figuur 4.4. Stappen voor het valideren van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

4.4.1. Eenduidige eisen

Het systeem dient te doen wat de OG ervan verwacht. Daarvoor moeten OG en ON elkaar wel begrijpen. Dit is niet vanzelfsprekend en wordt verwoord door het schommelprobleem (§2.1.3). Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen (De Ruijter, Gram en Keulen, 2010). Alleen met een eenduidig beeld is te onderzoeken of het systeem dat gebouwd wordt ook het gewenste systeem is. Zolang er geen eenduidig beeld bestaat, zal het inspanning kosten om het gewenste systeem te ontwerpen.

Val.1. Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur
Val.2. Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Literatuur

Bij validatie wordt onder meer gekeken of een eis *uitvoerbaar*, *ondubbelzinnig*, en *compleet* is, zo niet dan wordt hij afgeleid of geherformuleerd (§2.1.3). In de praktijk voldoet een bepaald percentage van de eisen in een eisenspecificatie aan de SMART-eis, deze eisen kunnen direct geverifieerd worden (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.). Een eis in de eisenspecificatie die niet SMART is moet, of hergeformuleerd worden, of de eis moet ondervangen worden door onderliggende afgeleide eisen. Het checken of de afgeleide eisen voldoen aan de wensen van de klant is een vorm van valideren. Dit proces vindt in de praktijkprojecten plaats in de informele sfeer.

Val.3. Niet SMART-eisen kunnen worden ondervangen door (1) herformulering of (2) door eisen af te leiden. Beide manieren worden in praktijk te weinig ingezet;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview

4.4.2. Validatie en communicatie; het spreken van dezelfde taal

De meest effectieve manier van werken is om klanten, stakeholders en eindgebruikers bij de validatie te betrekken (§2.1.3). Wanneer de opdrachtnemer eisen afleidt legt hij deze afgeleide eisen niet voor aan de opdrachtgever, terwijl hij daarmee juist kan aantonen dat (en hoe) hij aan de abstracte eisen uit de eisenspecificatie zal voldoen (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.; R. Bosch op persoonlijke titel, zie Bijlage C.1.). Valideren dient plaats te vinden door een samenspel van opdrachtgever en opdrachtnemer. Daarbij speelt communicatie een cruciale rol. Wanneer iedere stakeholder in het bouwproces dezelfde taal zou spreken zou het een stuk eenvoudiger zijn om informatie over te brengen, want de zender en ontvanger verstaan elkaar (§2.3). Probleem in veel projecten is dat de opdrachtnemer de taal van de opdrachtgever niet spreekt en omgekeerd. Een mogelijke reden waardoor opdrachtgever en opdrachtnemer elkaar niet verstaan is dat de opdrachtnemer “technische taal” spreekt, en de opdrachtgever alleen “normale taal” verstaat. Een verklaring voor dit taalprobleem is dat de opdrachtnemer zich dieper in het project begeeft dan de opdrachtgever, en het daarom meer over details heeft, in plaats van over de grote lijnen. Het is erg moeilijk om de behoefte of het probleem compleet en ondubbelzinnig vast te leggen zonder te vervallen in specialistisch jargon (Kata-sonov en Sakkinen, 2006).

Val.4. Afgeleide eisen worden door opdrachtnemers meestal niet voorgelegd aan opdrachtgever;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	ON	OG, ON	Interview
Val.5. Taalprobleem: opdrachtnemer spreekt ‘technische’ taal en opdrachtgever ‘normale’ taal;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	ON, OG	ON, OG	Literatuur

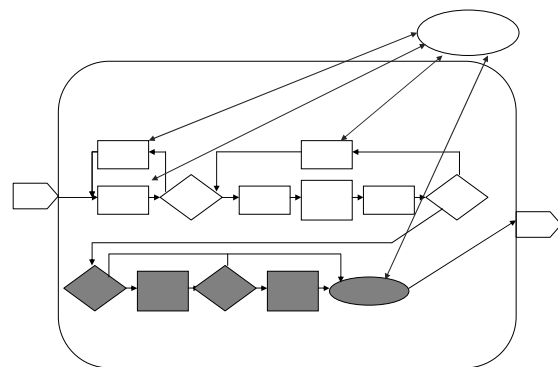
4.4.3. Het belang van functies in het validatieproces

Achterhalen van door klant gewenste functies vergroot de waarschijnlijkheid dat het juiste systeem, de juiste objecten, worden gebouwd. Dit is een vorm van valideren (§2.1.1). Wanneer de functies goed zijn geïdentificeerd en het project voldoet aan alle functies, dan is de kans groot dat het systeem voldoet aan de klantbehoefte. In projecten van de Royal Haskoning adviesgroep Water (zoals RWZI Haarlo en Gemaal Gansoijen) worden eisen aan objecten gekoppeld, maar objecten niet aan functies (B. van Rossum op persoonlijke titel, zie Bijlage C.10.). Het koppelen van functies aan objecten gebeurt wel impliciet tijdens een workshop, maar dit wordt niet vastgelegd. Blijkbaar worden functies dus minder belangrijk gevonden in de projecten van de afdeling Water. De reden hiervoor is naar eigen zeggen dat de klant en het projectteam niet in functies denken (B. van Rossum op persoonlijke titel, zie Bijlage C.10.). Het kost dus veel moeite om functies te destileren, maar door functies en objecten niet te koppelen kan het gevaar ontstaan dat de functies uit het oog worden verloren, wat zijn invloed heeft op de mogelijkheid om het systeem te valideren. Als het systeem niet meer aan de functies voldoet zal het ook niet voldoen aan de klantbehoeften.

Val.6. Functies en objecten worden niet gekoppeld, daardoor is het onmogelijk om een ontwerp aan de klantbehoefte te valideren.	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview

4.5 Verifiëren van eisen

Door eisen te verifiëren wordt gecontroleerd of het systeem juist gebouwd wordt. Het is in feite het checken van het ontwerp of het bouwwerk aan de eisen. Dit wordt gefaciliteerd door de stappen in Figuur 4.5. Als de eisen zijn geverifieerd, dan voldoet het systeem aan de eisen die zijn gesteld. Dat wil nog niet zeggen dat dit ook het systeem is dat de klant daadwerkelijk wil, dit wordt gecontroleerd door de validatie (§4.4).



Figuur 4.5. Stappen voor het verifiëren van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

4.5.1. Eisen decentralisatie

Een eis dient traceerbaar te zijn, dit betekent dus ook dat hij zelf vindbaar moet zijn (§2.1.4). Het komt voor dat bindende eisen op onmogelijke plaatsen worden vastgelegd, waardoor verifiëren moeilijk gemaakt wordt. Wanneer eisen bijvoorbeeld op tekeningen worden vastgelegd, heeft dit het positieve effect dat ze voor de ontwerper makkelijk toegankelijk zijn. Het negatieve effect is dat het lastig is om wijzigingen in de eisen op tekening op een gestructureerde manier aan iedereen duidelijk te maken en overzicht te houden over de verificatie van deze eisen. Een tweede fout die gemaakt wordt is dat eisen staan vermeld in bijlagen of andere informatieve documenten, waardoor deze informatieve documenten in feite bindende documenten worden. Een te grote hoeveelheid bindende documenten is ook niet goed, want dan is de hoeveelheid informatie niet meer behapbaar. Bij grote infrastructurele projecten is dit niet te voorkomen, maar ook bij relatief kleine projecten neemt de hoeveelheid papier buitenproportionele vormen aan.

Ver.1. Eisen worden vastgelegd op onmogelijke plaatsen	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
--	----------------	----------------------	-------------

(bijvoorbeeld ergens op een tekening);	ON	OG, ON	Interview
Ver.2. Voor harde eisen wordt regelmatig verwezen naar informatieve documenten;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Interview

4.5.2. Verificatieplanning versus verificatie-uitvoering

Eén van de ‘eisen aan eisen’ is dat eisen controleerbaar dienen te worden vastgelegd. Dit betekent dat bij het vastleggen van een eis moet worden nagedacht over de verificatiemethode (§2.1.4). Daverveld (op persoonlijke titel, Bijlage C.4.) geeft aan dat verificatie op dit moment niet afdoende wordt toegepast. Degenen die het verificatieplan opstellen zijn in veel gevallen niet betrokken bij de uitvoering van de verificatie (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.). Hierdoor weten de verificatieplan-opstellers niet welke problemen de verificatiemethoden veroorzaken op de werkvloer, of andersom snappen degenen die het verificatieplan in praktijk moeten toepassen niet hoe ze een bepaalde verificatie moeten uitvoeren. Er wordt tijdens de ontwikkeling van eisen door de opdrachtgevers weinig aandacht besteed aan het bedenken van een manier waarop de verificatie moet worden uitgevoerd, terwijl deze verificatiemethoden, volgens het stroommodel van Bahill en Dean (Figuur 2.1), moeten worden vastgesteld voordat een eis in de eisenspecificatie terecht komt.

Bij verificatie wordt gekeken of het systeem kan voldoen aan de vastgelegde eisen, het is dus essentieel voor de terugkoppeling van opdrachtnemer naar opdrachtgever (§2.1.3). Het is de bedoeling dat de eisen verder worden afgeleid, zodat verificatie wel mogelijk is. Dit is in principe niet de taak van de verificatie-uitvoerders. Deze afgeleide eisen hadden al op een hoger niveau binnen de opdrachtnemer vastgesteld moeten worden, maar dit gebeurt niet. Redenen waarom dit niet gebeurt zijn, dat de opdrachtnemers (1) het afleiden van eisen teveel werk vinden, (2) het nut er niet van inzien en (3) niet of te weinig bedreven zijn in het schrijven van eisen. Vervolgens komt het afleiden van eisen terecht bij de verificatie-uitvoerders. Dit betekent dat ze, om in termen van de trias politica te spreken, zowel wetgevende als uitvoerende macht worden en dat is onmogelijk.

Ver.3. Degene die het verificatieplan opstelt is vaak niet betrokken bij de verificatie zelf;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	OG, ON	Interview
Ver.4. Er wordt tijdens de ontwikkeling van de eisenspecificatie te weinig aandacht besteed aan de verificatiemethode;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG, ON	ON	Interview
Ver.5. Afleiden eisen komt terecht bij werknemers die verificatie alleen dienen uit te voeren;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	ON	ON	Interview

De verificatie wordt soms uitgevoerd door werknemers die het verifiëren als overhead of noodzakelijk kwaad zien. Onder tijdsdruk kan dan worden besloten om alleen de meest risicovolle eisen te verifiëren (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.). Tijdsdruk zorgt er ook voor dat doen toch weer net even belangrijker wordt dan denken (Landman, 2010). In veel gevallen wordt de vraagspecificatie weggelegd en het komt zelfs voor dat hij helemaal niet wordt geraadpleegd voordat men begint met het maken van de eerste schetsen van het ontwerp (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.). Hierdoor kost het tijd om alle eisen te verifiëren, omdat niet gestructureerd wordt vastgelegd waar de eisen worden verwerkt en hoe.

4.6.1. Uitvoeren met realistische kaders

Elke gedetecteerde fout in de ontwikkelfase van een systeem bespaart een substantiële hoeveelheid tijd en kosten (§2.1.3). Tijd, geld en kwaliteit worden opgenomen in risico-omschrijving van een eis (§2.1.4). Bahill en Briggs (2001) geven aan dat projecten met een precedent geen risicoprojecten zijn. Een project met een precedent is een project waarvan eerder een soortgelijk systeem in soortgelijke omgeving is uitgevoerd. De meeste civiele projecten zijn wat dat betreft geen risicoprojecten. Toch loopt nagenoeg elk civiel project uit in tijd en kosten. Volgens de Quick Scan Tunnelprojecten van De Ruijter, Gram en Keulen (2010) naar aanleiding van de tunnelproblemen in Nederland, moet een project alleen worden uitgevoerd als het binnen realistische kaders uitvoerbaar is. Er moet van tevoren goedkeuring gegeven worden aan de eisen met betrekking tot tijd, geld en kwaliteit. Nu komt het voor dat een publiek civiel project gestart wordt omdat het de publieke opdrachtgever aanzien moet bezorgen onder zijn burgers. Later in het proces blijkt dat het project veel duurder uitvalt, langer duurt en versoberd wordt uitgevoerd. Een passend voorbeeld is het excessief vormgegeven station Arnhem, dat nu in afgeslankte vorm wordt gebouwd. Het project gaat toch door, omdat 'men nu niet meer kan stoppen'. Wanneer de klant het project alsnog een halt toeroept, zorgt dit voor kapitaalvernietiging en afbraak van het verworven aanzien⁴.

Goe.1. Eisen met betrekking tot de factoren tijd, geld en kwaliteit worden in een té vroeg stadium voorlopig goedgekeurd en in een later stadium blijkt vervolgens dat een project onderschat is op alle factoren;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Literatuur

4.6.2. Communicatie: Het vrijgeven van een eis

De nieuwste status van het systeem en zijn eisen dient te worden voorgelegd aan het projectmanagement en andere belanghebbenden (§2.2.4). In alle projecten dienen de nieuwste versies van eisen-documenten te alle tijden ter inzage beschikbaar te zijn voor alle betrokkenen, zodat die ze kunnen verwerken in hun commentaar en ontwerpsslagen. Goedgekeurde eisen moeten daarom direct gecommuniceerd worden.

Goe.2. Nieuwste versies van eisen zijn niet direct voor alle belanghebbenden beschikbaar;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Projecten

4.6.3. Wie is verantwoordelijk voor goedkeuring?

Wijzigingen die effect hebben op de kosten, tijd of kwaliteit van het systeem moeten altijd worden voorgelegd aan de klant (§2.2.3). Uit een interne opsomming binnen de Royal Haskoning adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.) bleek dat elementaire beslissingen vaak op te lage managementniveaus genomen worden, bijvoorbeeld door technici. De reden waarom beslissingen vaak op lagere niveaus genomen worden is dat de doorlooptijd ver-

⁴ Bij ProRail is er een andere reden om de uitvoering van een project, met een voorlopig akkoord van een VTW, toch door te laten gaan. De geplande BuitenDienstStellingen (BDS) zijn namelijk erg strikt en een dag vertraging op het kritieke pad kan maanden of zelfs jaren vertraging opleveren. Daarom geldt bij ProRail dat een voorlopig akkoord reden is om door te gaan zonder dat het VTW volledig is goedgekeurd, om zodoende de voortgang van het werk niet te vertragen. Voor deze procedure zijn bij ProRail speciale regels in het contract toegevoegd, aanvullend op de UAV-gc (ProRail aanvullingen en/of wijzigingen op de UAV-GC [gele boekje], 2008).

snel wordt. Het wachten op een beslissing van hogerhand kost namelijk tijd. Uit dezelfde opsomming kwam naar voren dat publieke opdrachtgevers geen eenduidig standpunt hebben omdat ze bestaan uit meerdere diensten, elk op zijn eigen “eiland” (zie §4.3.2).

Goe.3. Elementaire beslissingen en goedkeuring daarvan vindt plaats op te lage managementniveaus, reden daarvoor is dat de beschikbare tijd erg krap is;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Interview
Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als ‘eilanden’ opereren; (Zie ook "Tra.5.")	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Interview

Het inkrimpen van de overheid zorgt ervoor dat publieke opdrachtgevers hun werk steeds meer uitbesteden aan derden (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C.5.). De kennis bij de overheid neemt af, ze kunnen de opdrachtnemer niet meer bij de hand nemen, zoals voorheen. Het uitbestedingsbeleid is een onomkeerbaar proces om de kosten van overheidsinstanties te verlagen, en zowel opdrachtgever als opdrachtnemer moet hieraan wennen. Dit is ook een reden waarom beslissingen steeds vaker door technici van derden genomen worden, in plaats van door technici met maatschappelijke betrokkenheid (zoals de Rijkswaterstaatingenieurs). Bij het project Onderdoorgang Laan der VN in Dordrecht werd de politiek wel betrokken bij alle belangrijke ontwerpbeslissingen. Het voordeel bij dit project was dat het zonder veel moeite mogelijk was om de neuzen dezelfde kant op te krijgen en houden, omdat iedereen inclusief de bevolking het project steunde.

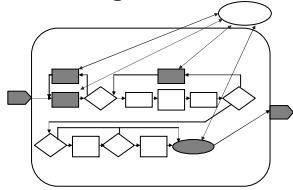
Goe.5. Publieke opdrachtgevers besteden steeds meer uit, waardoor opdrachtgevers de opdrachtnemers niet meer bij de hand kunnen nemen;	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Interview
Goe.6. Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.	Oorzaak	Knelpunt voor	Bron
	OG	OG, ON	Interview

4.7 Resumé

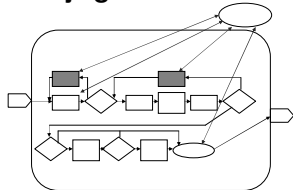
In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de tweede onderzoeksvraag:

Welke invloed hebben de eisen- en configuratiemanagement functies op de informatie-uitwisseling en communicatie tussen OG en ON in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie (H4)?

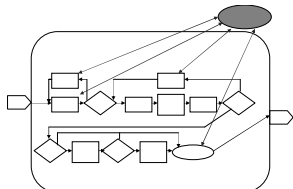
De invloed van de eisen- en configuratiemanagementfuncties op de praktijk van Royal Haskoning projecten is onderzocht door de in hoofdstuk 2 beschreven literatuur te koppelen aan wat er in de praktijk wordt geconstateerd. Hierdoor zijn knelpunten blootgelegd voor elke EM&CM-functie (toevoegen, wijzigen, traceren, valideren, verifiëren en goedkeuren). Voor de expliciete koppeling tussen de literatuur en de stellingen wordt verwezen naar Bijlage D. De belangrijkste conclusies uit dit hoofdstuk zijn:

Toevoegen van eisen

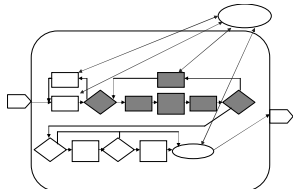
- Grondig voorwerk opdrachtgever vóór eerste ontmoeting met ontwerper ontbreekt vaak, daardoor ontstaat wederzijds onbegrip;
- Probleem statement en klanteisen bestaan niet uit functionele beschrijvingen, maar uit oplossingen;
- Functioneel beschrijven moet niet geforceerd gebeuren;
- Eisenlijsten zijn vaak lang en onleesbaar;
- Verschillende eisen worden bij elkaar in één eis gestopt (meervoudige eisen).

Wijzigen van eisen

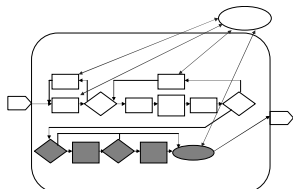
- Wijzigingen in de eisen/ontwerpbeslissingen worden niet direct gecommuniceerd (CM);
- Een groot deel van het wijzigingenproces is informeel en wordt nauwelijks gedocumenteerd;
- Revisiebeheer levert grote administratieve druk werknemers OG&ON;
- ICT wordt onvoldoende benut in revisiebeheer. Revisiebeheer is fragmentarisch, OG en ON gebruiken ieder hun eigen tools.

Traceren van eisen

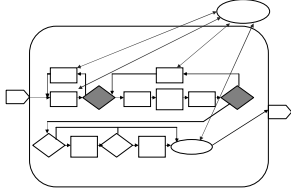
- Na verwijderen of herschrijven eisen verdwijnen de oude eisen uit beeld Bij eis wordt niet aangegeven 'waarom eis nodig is' (ontwerpbeslissing);
- Bij eis wordt niet aangegeven wie eis precies heeft gesteld (eisinitiator);
- In later stadium zijn oude ontwerpbeslissingen moeilijk te achterhalen;
- Koppeling tussen functies, eisen en objecten ontbreekt.

Valideren van eisen

- OG en ON hebben geen overeenkomstig (eenduidig) beeld bij de eisen;
- De eisenset in de eisenspecificatie wordt niet gevalideerd met de klant;
- Door ON afgeleide eisen worden niet voorgelegd aan OG (vorm van validatie);
- Functies worden niet aan objecten gekoppeld waardoor niet kan worden gecontroleerd of objecten de functies vervullen.

Verifiëren van eisen

- Het verificatieplan, voor zover dat bestaat, bevat niet de informatie die het zou moeten bevatten. Met name concrete verificatiemethoden en/of tests ontbreken bij eisen. Daar wordt tijdens de ontwikkeling van systeem-eisen (en uiteindelijk VS-eisen) nog niet over nagedacht;
- Eisen worden vastgelegd op tekening en staan beschreven in informatieve documenten. Dit bemoeilijkt (de controle van) de verificatie;
- Onder tijdsdruk wordt slechts een selectie van belangrijke eisen geverifieerd;
- Verificatie wordt op diverse plaatsen uitgevoerd, en wordt niet centraal in een database bijgehouden.

Goedkeuren van eisen

- Goedkeuring van eisen en validiteit van het systeem dient plaats te vinden door de opdrachtgever, in de civiele techniek vaak overheden;
- Overheden als geheel hebben geen eenduidig standpunt en leggen de interne twistpunten in een geïntegreerd contract neer bij de opdrachtnemer;
- Het verkrijgen van goedkeuring is daardoor erg ingewikkeld;
- Goedgekeurde, vigerende, eisen dienen direct beschikbaar te zijn voor alle betrokkenen.

In hoofdstuk 5 zullen een aantal praktijkstellingen uit de voorgaande paragrafen worden geselecteerd. De selectie wordt gemaakt op basis van een enquête onder, en commentaren van, de SE20-groep. In hoofdstuk 6 wordt daarna een discussie gehouden over de vraag hoe moet worden omgegaan met deze knelpunten.

5 SE20 over stellingen

In dit hoofdstuk wordt de derde onderzoeksvraag beantwoord:

Welke van de eventuele knelpunten in het eisen- en configuratiemanagement in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie worden onderkend door de SE experts van Royal Haskoning (H5)?

Omdat het onmogelijk is om oplossingen te genereren voor alle stellingen uit hoofdstuk 4 is een selectie gemaakt aan de hand van een urgentie-enquête. Op basis van deze enquête binnen de SE20-groep (Bijlage E) wordt een selectie gemaakt van de stellingen of knelpunten (uit hoofdstuk 5) waarvoor draagvlak is binnen de adviesgroepen van Royal Haskoning. De stellingen die zijn voortgekomen uit de projecten en interviews met projectbetrokkenen (hoofdstuk 4) zijn in enquêtevorm voorgelegd aan de SE20-groep. Achttien respondenten hebben de enquête ingevuld. Elke stelling konden de respondenten beantwoorden met eens, gedeeltelijk eens/ gedeeltelijk oneens of geen mening/stelling onduidelijk. Daarnaast hebben de respondenten veel opbouwend commentaar gegeven. In dit hoofdstuk wordt de selectie van stellingen behandeld waarmee meer dan de helft van de respondenten het eens is. Voor een compleet overzicht van alle stellingen en hun uitkomsten wordt verwezen naar Bijlage E.

5.1.1. Toevoegen van eisen

Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de oplossingsvrijheid vergroot;	Eens	Neutraal niet eens/niet oneens	Oneens	Geen mening/ onduidelij- ke stelling
	12	5	1	0

Een groot deel van de respondenten is het eens met deze stelling. Respondenten geven aan dat er begeleiding nodig is om mensen in functies te laten denken en dat mensen standaard in oplossingen denken en die oplossing niet los kunnen laten.

Toe.4. Eisen moeten niet geforceerd functioneel beschreven worden: dit zorgt voor schijn ontwerprijheid;	Eens	Neutraal	On- eens	GM/OS
	16	1	1	0

Bijna alle respondenten zijn het eens met deze stelling. De enige tegenstander geeft aan dat functionele eisen noodzakelijk zijn voor de validatie van een systeem. Dit klopt uiteraard, maar functioneel schrijven moet niet ten koste van alles gaan. Dan schiet je het doel van de eisenspecificatie voorbij. Een respondent geeft aan dat er meerdere categorieëneisen zijn en dat het dus mogelijk is om in één categorie meer functioneel te beschrijven en in de andere categorie minder.

5.1.2. Wijzigen van eisen

Wij.1. Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich vooral verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden. Dit remt de systeembenadering;	Eens	Neutraal	On- eens	GM/OS
	10	7	0	1

De respondenten zijn het (gedeeltelijk) eens met deze stelling, maar zien het ook als een logisch gevolg van het contract. Je bent immers verantwoordelijk voor je eigen werk. Voor de systeembenadering is het echter nodig om over die grenzen heen te kijken. Het is de taak van de SE'er om ervoor te

zorgen dat de verschillende delen samenvallen. Maar er moet wel de wil zijn bij de verschillende partijen.

Wij.3. Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	3	0

Deze stelling is te algemeen. Dit scheelt per project en met welke partijen er wordt samengewerkt. Het gebruik van tools zoals Relatics kan hierbij helpen.

Wij.4. Ondanks een 'uitstekende' eisenspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussentijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	6	0	2

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Het is een open deur. Een goede start is immers nog geen goede finish.

Wij.6. Gemaakte 'fouten' worden wel opgelost, maar niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	11	6	0	1

De meeste respondenten zien dit inderdaad als een knelpunt. Dit is echter niet specifiek een SE probleem, maar speelt in elke organisatie. Er vindt geen kruisbestuiving van ervaringen plaats. Respondenten vragen zich af waar dit moet worden vastgelegd, en hoe mensen met een bepaald probleem er achter komen dat een soortgelijk probleem al eens eerder is opgelost. Vastleggen is dan niet direct de oplossing.

5.1.3. Traceren van eisen

Tra.2. Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	3	0

Een groot deel van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling en geeft aan dat het beter zou moeten. De optie om het 'waarom' vast te leggen bestaat, alleen wordt het meestal niet consequent uitgevoerd.

Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	11	5	1	1

Een groot deel van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Dit moet beter. Een respondent geeft aan dat het daarom belangrijk is de bron vast te leggen.

Tra.5. Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, in plaats van een afdeling of natuurlijk persoon. Dit kan voor verwarring zorgen; (Zie ook "Goe.4.")	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	0	3

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. De afkomst van eisen wordt volgens een respondent zelden goed aangegeven. Ze zijn het ermee eens dat hoe specifieker de initiator wordt benoemd, hoe beter dit is. Aan de andere kant geeft een respondent aan, dat de privacy van de persoon die namens een bedrijf handelt wel gewaarborgd moet worden.

5.1.4. Valideren van eisen

Val.1. Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	1	2

Een meerderheid van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met de stelling. De opdrachtgever heeft vaak zijn wensen wel voor ogen, maar niet de implicaties daarvan. Bij de start van een project is de investering in het goed doorspreken van eisen dan ook zeer de moeite waard. Deze investering verdient zich gedurende het project dubbel terug, omdat er gedurende het project minder geïnvesteerd hoeft te worden in aanpassingen en verbeteringen. Gedurende het project kost een aanpassing ook veel meer geld en tijd.

Val.2. Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	13	1	2	2

Een grote meerderheid van de respondenten is het eens met deze stelling. Deze stelling is het gevolg van "Val.1" (Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen). Dit heeft volgens een van de respondenten te maken met verwachting en interpretatie. Zoals hierboven aangegeven zou er dus meer moeten worden geïnvesteerd in het op één lijn krijgen van de wens en de praktische invulling die mogelijk is.

5.1.5. Verifiëren van eisen

Geen knelpunten waarover meer dan de helft van de respondenten het eens is dat het ook daadwerkelijk knelpunten zijn.

5.1.6. Goedkeuren van eisen

Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren; (Zie ook "Tra.5.")	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	13	2	1	2

Een grote meerderheid van de respondenten is het eens met deze stelling. De verschillende diensten zien zichzelf, volgens een respondent ook als een aparte stakeholder. Overheden als geheel hebben geen eenduidig standpunt en leggen de interne twistpunten in een geïntegreerd contract bij de opdrachtnemer. Het verkrijgen van goedkeuring is daardoor erg ingewikkeld. Er is bij grote publieke civiele projecten, een opdrachtgever die verantwoordelijk is voor het geld (Rijkswaterstaat) en een opdrachtgever die verantwoordelijk is voor de veiligheid van het systeem (Binnenlandse Zaken). Dit geldt met name voor projecten waarbij veel samenwerkende systemen (installaties) geïmplementeerd worden. Binnenlandse Zaken stelt eisen aan zo'n civiel systeem die Rijkswaterstaat niet kan en wil betalen. De conflictoplossing ligt vervolgens bij de opdrachtnemer, die het systeem in korte tijd moet ontwerpen én bouwen. Een respondent geeft aan dat dit inderdaad een probleem is, maar geeft gelijk aan dat dit in een D&C-contract niet te voorkomen is.

Goe.6. Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	7	0	1

Een grote meerderheid is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Het valt volgens een aantal respondenten nu nog mee, maar de verwachting is wel dat het probleem van het gebrek aan technische specialisten bij de opdrachtgever in de toekomst steeds meer voor gaat komen. Dit biedt, vol-

gens een respondent, kansen voor ingenieursbureaus zoals Royal Haskoning. Deze taak kan ook door opdrachtnemers worden ingevuld.

5.1.7. Résumé

Er is tussen de adviesgroepen van Royal Haskoning geen eenduidige visie over de inhoud van SE en hoe dit precies moet worden uitgevoerd. Dit komt tijdens SE-20 vergaderingen duidelijk naar voren. Als voorbeeld worden de adviesgroepen Civiele Constructies en Geotechniek (CC&G) en Verkeersmanagement & Installaties (V&I) vergeleken. Binnen CC&G werken opdrachtnemers een eisenspecificatie uit door tekeningen en constructieberekeningen te maken, en in het algemeen niet door eisen verder af te leiden. Het is volgens CC&G triviaal om de keuzes voor beton- en staalsoort verder te specificeren. Verificatie is binnen CC&G dus de primaire taak van de opdrachtnemer. Binnen V&I is het afleiden (verder uitspecificeren van de eisen) juist de belangrijkste (primaire) taak van de opdrachtnemer. Het is namelijk van cruciaal belang voor bijvoorbeeld een veilig verkeerssysteem om te kiezen voor een bepaald type sprinkler of pompsysteem. Verificatie is binnen V&I ook belangrijk, maar minder belangrijk dan het afleiden van eisen.

Belangrijk is dat de verschillen tussen de adviesgroepen binnen de SE-20 worden geaccepteerd, toch wordt er regelmatig verhit gediscussieerd. Hiermee wordt bereikt dat de SE20-deelnemers blijven nadenken over de vraag hoe SE door hen wordt ingevuld, en wat van andere adviesgroepen kan worden geleerd.

In het volgende hoofdstuk zullen voorstellen worden besproken om de hierboven behandelde knelpunten aan te pakken.

6 Discussie

In dit hoofdstuk zal een aanzet gegeven worden voor de verbetering en mogelijke oplossingen voor de knelpunten met betrekking tot het huidige eisen- en configuratiemanagement proces. De verbeteringen worden net als in hoofdstuk 4 behandeld per configuratiemanagementfunctie: Toevoegen van eisen (§6.1), Wijzigen van eisen (§6.2), Traceren van eisen (§6.3), Valideren van eisen (§6.4), Verifiëren van eisen (§6.5) en Goedkeuren van eisen (§6.6). In dit hoofdstuk staat telkens eerst het knelpunt aangegeven en vervolgens de aanbeveling waarmee de invloed van het knelpunt kan worden vermindert. Ten slotte wordt per punt aangegeven wat het draagvlak is onder de SE20-leden.

Onderzoeksmethode van dit hoofdstuk

Om conceptuele verbeteringen voor de eisen- en configuratiemanagement-processen vast te leggen, is een koppeling gemaakt tussen (1) de theorie en (2) de praktijk. Dit onderscheid is ook in de subpragfen van dit hoofdstuk aangehouden. Deze stappen worden als volgt doorlopen:

1. Raadplegen literatuur

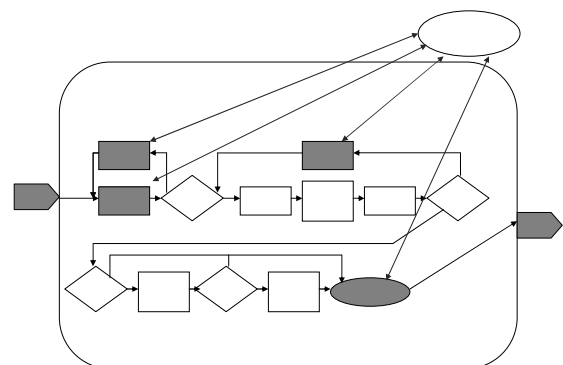
Op basis van de knelpunten uit de voorgaande hoofdstukken is in de literatuur, genoemd in hoofdstuk 2 en 4, gezocht naar oplossingen. Daarnaast is via de bronnenlijsten van deze literatuur aanvullende literatuur gevonden.

2. Workshop oplossingen

Na het behandelen van de oplossingen is een expertmeeting georganiseerd waarin de oplossingen zijn besproken. Aan de hand van een enquêteformulier (Bijlage F) is vervolgens een stemming gehouden om te kijken naar het draagvlak binnen de organisatie voor de aangedragen oplossingen. Op basis van de opmerkingen van de respondenten is in sommige gevallen een kleine aanpassing gemaakt aan de oplossing zoals die tijdens de workshop is besproken, om daarmee betere aansluiting te vinden bij de praktijk van Royal Haskoning.

6.1 Toevoegen van eisen

In deze paragraaf worden verbeteringen aangedragen voor knelpunten met betrekking tot het toevoegen van eisen. Dit kan in een project verbeterd worden als men de juiste vragen stelt, de SE-lite systematiek meer toepast en eisen beter structureert. Deze verbeterpunten zullen in deze paragraaf achtereenvolgens worden besproken.



Figuur 6.1. Stappen voor toevoegen van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

6.1.1. De juiste vragen stellen

(1) In theorie

Knelpunt: Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de aanbevelingsvrijheid vergroot;

Om een duidelijk beeld te kunnen vormen van een project dienen de volgende vragen als leidraad: Wie is de klant? Wat heeft de klant nodig? Hoe ziet het bestaande systeem eruit? Waar moeten we heen? Hoe komen we daar? De SE-deskundige kan de opdrachtgever en stakeholders vervolgens stimuleren bij het uiten van hun wensen door prikkelende vragen te stellen (Bahill en Briggs, 2001), zoals: Wilt u een brug of tunnel? En indien een brug, een hangbrug of een boogbrug? Moet het bestaande natuurgebied gehandhaafd blijven? Door extreme voorbeelden te geven, kan de ontwerper uit

de reacties van opdrachtgever en stakeholders peilen hoe er over bepaalde zaken gedacht wordt. Hierdoor is de kans groter dat alle problemen (en daarmee de eisen) boven tafel komen. Hierbij dient de eisenontwikkelaar onderscheid te maken tussen de drie soorten eisen uit het KANO-model: must-be-eisen, eendimensionale eisen en aantrekkelijke eisen (zie ook §2.1.1). Must-be eisen moeten als het ware uit de opdrachtgever getrokken worden omdat de opdrachtgever deze eisen zelf als vanzelfsprekend ziet. De eendimensionale eisen zal de opdrachtgever uit zichzelf noemen en vooral de aantrekkelijke eisen dienen door de eisenontwikkelaar te worden achterhaald door het stellen van prikkelende vragen, omdat de opdrachtgever in principe niet weet dat dit soort eisen door de markt kunnen worden opgelost; de mogelijkheden gaan zijn gedachten te boven (Hinterhuber, Sauerwein, Bailom, Matzler; 1993).

Om ingewikkelde problemen helder te krijgen kan de “Problem frames”-benadering van Jackson (2001) toegepast worden. Deze benadering gaat er vanuit dat wanneer een probleem bestudeerd en geanalyseerd wordt, dit met voldoende diepgang gebeurt. Dat wil zeggen dat het vaak nodig is om het probleem buiten de bestaande kaders te bestuderen. Makers van een eisenspecificatie dienen eerst te beschrijven wat er nu is (mensen, bedrijven, bestaande infrastructuur, etc.) en welke effecten het nieuwe systeem moet bereiken in de wereld van het probleem (Jackson, 2001).

Iedere keer als de gebruikers of andere belanghebbenden een probleem of oplossing aandragen, hoort de eisenontwikkelaar zorgvuldig op zoek te gaan naar de achterliggende reden. Achter een probleem of oplossing gaan namelijk eisen schuil. Een probleem kan nog fundamentele, onderliggende problemen hebben. Een aangedragen oplossing is meestal niet de enige manier en misschien ook niet de beste manier, of zelfs niet eens een goede manier. Zonder de achterliggende reden is dat, volgens Van Bergen en De Swart (2008), in ieder geval niet na te gaan (zie ook §6.3.2).

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.1.1: De SE-deskundige dient de opdrachtgever en stakeholders te stimuleren bij het uiten van hun wensen door prikkelende vragen te stellen.	Goede oplossing	Oplossing kan beter	Slechte oplossing	Geen mening
	12	5	0	3

De meeste respondenten vinden het nodig om prikkelende vragen te stellen. Het stellen van prikkelende vragen moet over meerdere sessies worden uitgesmeerd, aldus een respondent, zodat het bij de stakeholders kan bezinken. De interactieve SE-lite principes kunnen daar, volgens een respondent, bij helpen. De SE-deskundige moet er hierbij wel voor waken dat hij de stakeholders dient te stimuleren bij het uiten van hun eigen wensen. De SE-deskundige dient dus niet te sturen in het project.

6.1.2. SE-lite

(1) In theorie

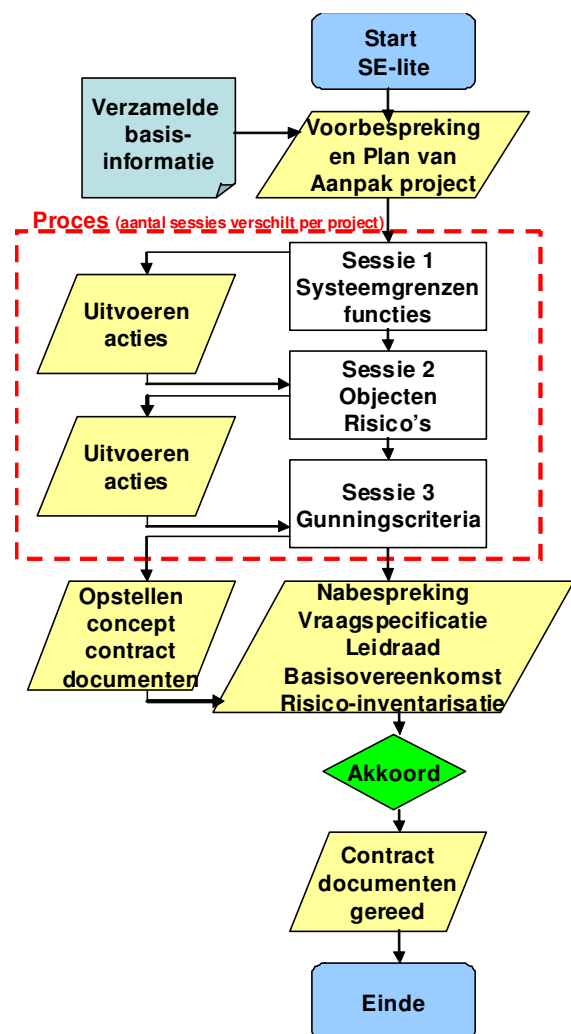
Knelpunt: Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de aanbevelingsvrijheid vergroot;
Knelpunt: Toe.4. Eisen moeten niet geforceerd functioneel beschreven worden: dit zorgt voor schijnontwerpvrijheid;

SE-lite, zoals dat is ontwikkeld binnen Royal Haskoning heeft een positieve bijdrage op het proces waarin eisen worden toegevoegd. Met SE-lite kan de opdrachtgever via interactieve sessies de eisenspecificatie, de gunningcriteria in de Leidraad, de daarbij behorende basisovereenkomst en de risico-inventarisatie in kaart brengen (Royal Haskoning, 2009). Afhankelijk van de complexiteit van het project kan het aantal sessies worden verhoogd. SE-lite bestaat uit tenminste de volgende sessies (Figuur 6.2):

- Voorbespreking en aanpak project, waarin informatie verzameld wordt zoals tekeningen en onderzoeken, belanghebbenden worden geïnventariseerd, de klantvraag wordt vastgelegd, de deelnemers aan de volgende sessies worden gekozen.
- Sessie 1: Systeemdenken, waarin de systeemgrenzen worden bepaald, vervolgens de functies, eisen en randvoorwaarden aan deze functies en een eerste risico-inventarisatie.
- Sessie 2: Objecten, waarin het systeem wordt gedecomposeerd in objecten, hieraan worden vervolgens eisen en functies gekoppeld en ten slotte een uitgebreide risico-inventarisatie.
- Sessie 3: Gunningscriteria, hierin wordt besproken waar men de opdrachtnemers op gaat beoordelen.
- Nabespreking, waarin alle producten die uit de voorgaande sessie zijn voortgekomen nog eens nagelopen worden.

Veel betrokkenen bij projecten zijn niet of beperkt op de hoogte van SE. Ze worstelen met de systematiek. Mogelijke gevolgen: spraakverwarring, discussies over definities, teruggrijpen naar de traditionele wijze van specificeren, aanbevelingen voorschrijven. SE-lite is een combinatie van de sterke punten van Systems Engineering (gestructureerd en oplossingsvrij specificeren) met toegankelijkheid en eenvoud. Door SE-lite toe te passen worden belanghebbenden interactief betrokken bij de ontwikkeling van de eisenspecificatie en andere contractdocumenten volgens de UAV-gc, waardoor de hier genoemde gevolgen uitblijven. De belanghebbenden worden door de sessiebegeleiders geholpen om functioneel te denken, waardoor de oplossingsvrijheid van de eisenspecificatie kan worden vergroot. Door de sessie goed te begeleiden wordt ook de schijn van ontwerpvrijheid vermeden. Voor een sessie is het belangrijk dat de deelnemers zorgvuldig geselecteerd worden. Het hebben van veel en weinig deelnemers heeft beide nadelen (De Swart, 2010). Veel deelnemers kan betekenen dat het minder eenvoudig is om ieder standpunt te horen, omdat dit veel tijd kost. Weinig deelnemers kan betekenen dat niet alle belangen worden behartigd. Na de sessie is het belangrijk om de resultaten snel terug te koppelen naar de deelnemers (De Swart, 2010). Het resultaat van een SE-lite-sessie kan eenvoudig worden doorgezet naar een volledig SE-traject.

De bijdrage die SE-lite kan leveren aan het ontwikkelingsproces van de eisenspecificatie wordt nog niet volledig benut. Binnen de divisie Water wordt SE-lite al in praktijk toegepast. Bij de divisie Water ontbreekt het daarentegen wel aan een transparant opgezette eisenstructuur, waarin wijzigingen eenvoudig aan te brengen zijn. De adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek past SE-lite nog niet toe in de praktijk, maar is wel verder in het opzetten van een gestructureerde manier van werken. Synergetische samenwerking wordt wat dit betreft aangeraden, zodat beide divisies kunnen profiteren van de kennis binnen de andere divisie.



Figuur 6.2. Procedure SE-lite proces met 3 sessies.

Bron: Royal Haskoning (2009).

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.1.2a: SE-lite dient te worden toegepast in het totstandkomingsproces van de eisenspecificatie.	GO	OKB	SO	GM
	9	7	1	3

Een kleine meerderheid van de respondenten vindt de SE-lite toepassing voor de eisenspecificatie een redelijke tot goede aanbeveling. Het is wel afhankelijk van de omvang van een project of SE-lite kan worden toegepast. Met andere woorden: SE-lite *kán* worden toegepast, maar het moet geen verplichting worden. Volgens een respondent willen niet alle opdrachtgevers de tijd nemen om SE(-lite)-sessies te houden. SE-lite kan een belangrijke bijdrage leveren aan het achterhalen van de klanteisen. Het achterhalen van alle eisen vindt plaats aan het begin van de levenscyclus van een systeem, maar de waarde ervan doet zich meestal pas later in de levenscyclus voor (Nuseibeh en Easterbrook, 2000). Eisenontwikkeling kan daarom worden gezien als het fundament van een efficiënt ontworpen en kwalitatief hoogwaardig systeem (Artem en Markku, 2005).

Meerdere respondenten geven aan dat ze voor maatwerk zijn, in plaats van SE-lite klakkeloos toe te passen. Het SE-lite aspect dat aan het begin en tijdens een project kan bijdragen aan communicatie en informatie-uitwisseling tussen de opdrachtgever en opdrachtnemer, is de interactieve SE-sessie. Hierin komen in korte tijd systeemgrenzen, functies, objecten en risico's boven tafel, doordat alle partijen bij elkaar zitten. Het sleutelwoord is dus directe communicatie. Door als SE'er de reeds bekende eisen, risico's, etc. al in een systeem of schema te zetten en dit te presenteren aan het begin van de sessie, kan zo'n sessie voortvarend starten, aldus een respondent.

Aanbeveling 6.1.2b: SE-lite dient te worden toegepast in het totstandkomingsproces van het ontwerp door de opdrachtnemer.	GO	OKB	SO	GM
	5	5	6	4

De meningen over deze aanbeveling zijn verdeeld, maar het merendeel is negatief. Het idee achter deze aanbeveling was vooral om de interactieve sessies (volgens SE-lite principes) tussen opdrachtgever en opdrachtnemer en eventueel andere stakeholders toe te passen, zodat de communicatie en informatie-uitwisseling in een project voortvarend kan worden aangepakt, zowel tijdens een tenderfase als daarna. Wanneer "SE-lite" was vervangen door "interactieve SE-sessies" had dit waarschijnlijk meer positieve antwoorden opgeleverd, zoals ook blijkt uit Aanbeveling 6.4.2. Deze sessies dienen regelmatig te worden gehouden. Volgens de respondenten is SE-lite EEN manier, maar niet DE manier. Vooral bij projectbetrokkenen die niet goed weten wat SE inhoudt, kunnen interactieve SE-sessies, volgens een respondent, een zeer grote bijdrage leveren, omdat daarmee op een speelse manier snel en effectief belangrijke eisen en risico's boven tafel komen.

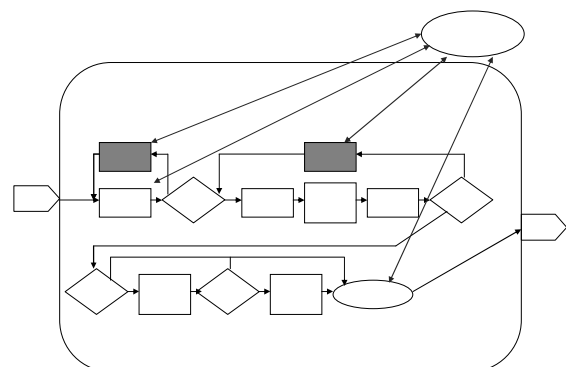
Aanbeveling 6.1.2b (aanpassing): Maandelijks interactieve sessies tussen opdrachtgever en -nemer dienen te worden georganiseerd in het totstandkomingsproces van het ontwerp van opdrachtnemer.

6.2 Wijzigen van eisen

In deze paragraaf zullen verbeteringen worden besproken die van invloed zijn op de wijzigingen die worden aangebracht in eisen. Het gaat dan om het afstemmen tussen de vakgebieden en het behandelen en vastleggen van vragen en wijzigingen.

6.2.1. Afstemmen tussen vakgebieden

(1) In theorie



Figuur 6.3. Stappen voor het wijzigen van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

Knelpunt: Wij.1. Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich vooral verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden. Dit remt de systeembenadering;

Van te voren moet beter worden nagedacht over de functionaliteit en de praktische toepassing. Wat dat betreft is het goed om mensen uit de praktijk te betrekken bij het ontwikkelproces van functies en functievervullers. Door praktische mensen te betrekken wordt direct nagedacht over de praktijktoepassing van het bouwwerk. Daarnaast is het ook erg belangrijk om mensen uit verschillende vakgebieden te betrekken bij het proces, waardoor mensen buiten hun eigen contractuele kaders gaan denken en zodoende leren van problemen en aanbevelingen van elkaar. Dit soort afstemmingen moeten in een zo vroeg mogelijk stadium worden gedaan, bijvoorbeeld door toepassing van interactieve sessies (§6.1.2). Interactieve sessies zijn feitelijk een validatie van de gemaakte ontwerpplannen. Waarin door de opdrachtgever, in samenspraak met de opdrachtnemer, wordt besloten of het systeem dat gebouwd wordt ook het door de opdrachtgever gewenste systeem is (§2.1.3).

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.2.1: Mensen uit verschillende vakgebieden dienen gezamenlijk te worden betrokken bij het ontwikkelproces van de eisen. Hierdoor gaan mensen buiten hun eigen contractuele kaders denken en zodoende leren ze van elkaars problemen en lossen deze samen op.	GO	OKB	SO	GM
	14	5	0	1

Een meerderheid van de respondenten ziet het betrekken van verschillende vakgebieden in het eisenontwikkelproces als een verbetering. Dit verleidt de constructeurs en ontwerpers om zelf eisen te stellen. Enkele respondenten merken op dat deze aanbeveling, niets met wijzigingen te maken heeft. De relatie van deze aanbeveling met het wijzigen van eisen is indirect. De gedachte achter deze aanbeveling is namelijk dat de uitvoering ervan eisenwijzigingen in latere fasen kan voorkomen. De respondenten die het gedeeltelijk eens zijn geven aan dat een partij altijd contractueel verplicht is om een bepaald gedeelte van het project voor zijn rekening te nemen en dat het dus logisch is dat hij zijn aandacht daarop vestigt. Een respondent geeft aan dat vakgebieden wel moeten worden betrokken, zodat ze leren van elkaars problemen, maar dat dit niet moet verzanden in eindeloze sessies over “ander-mans problemen”. Een respondent geeft aan dat de multidisciplinaire benadering naar voren moet komen in het bepalen van de raakvlakken. Dit klopt, maar feit is dat uit de raakvlakken ook weer eisen volgen. Dus dat dit een integraal onderdeel is van de eisenontwikkeling.

6.2.2. Behandelen van vragen en wijzigingen

(1) In theorie

Knelpunt Wij.4. Ondanks een ‘uitstekende’ eisenspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussentijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden;

Een “uitstekende” eisenspecificatie is geen garantie voor een succesvol eindproduct, juist de communicatie en informatie-uitwisseling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer in de ontwerpfasen na de eisenspecificatie, zorgt ervoor dat een project succesvol verloopt. Wanneer een opdrachtgever vragen en wijzigingsverzoeken van de opdrachtnemer direct in behandeling neemt, zijn dit grote katalysatoren in het succesvolle verloop van een project.

Opdrachtgevers moeten genoeg tijd nemen om zaken te bespreken met de opdrachtnemer. Als de opdrachtnemer vragen heeft of wijzigingen wil doorvoeren, dienen die op korte termijn in behandeling te worden genomen, zodat het project geen vertraging oploopt. Dit is zowel in het voordeel van opdrachtgever, omdat hij sneller gebruik kan maken van het systeem, als van de opdrachtnemer, omdat hij sneller aan de slag kan met een nieuw project. Het toepassen van configuratiemanagement,

zorgt voor een gestructureerd, en daarmee beter inzichtelijk, wijzigingsbeheer. Daarvoor moeten de volgende vijf stappen worden doorlopen:

1. Formuleren configuratiemanagement-strategie
2. Identificeren configuratiemanagement-onderdelen
3. Gestructureerd bijhouden wijzigingen volgens CM-strategie
4. Overbrengen gecontroleerde nieuwe status (nieuwe baselines)
5. Configuratie-audit (controle of gewerkt wordt volgens laatste baseline)

De inhoud van deze stappen is beschreven in §2.2.

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.2.2: Wijzigingen dienen op korte termijn in behandeling te worden genomen, zodat het project geen vertraging oploopt. Dit is zowel in het voordeel van de opdrachtgever, omdat die sneller gebruik kan maken van het systeem, als van de opdrachtnemer, omdat die sneller aan de slag kan met een volgend project.	GO	OKB	SO	GM
	13	5	2	0

Een meerderheid van de respondenten vindt dat wijzigingen inderdaad op korte termijn in behandeling moeten worden genomen volgens een strikter protocol. Het is volgens enkele respondenten echter wel een opendeur-stelling. In de praktijk is dit niet altijd realiseerbaar, omdat er ook derden (vergunninginstanties) bij betrokken zijn, die een bron van vertraging opleveren. Het strikt toepassen van changemanagement hangt hier volgens een respondent mee samen. Ook zou het bijdragen om een intelligente database toe te passen die door opdrachtgever, opdrachtnemer en andere stakeholders kan worden geraadpleegd en ingevuld. Meer hierover in Aanbeveling 6.4.2.

6.2.3. Vastleggen van vragen en wijzigingen

(1) In theorie

Knelpunt: Wij.3. Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;
Knelpunt: Wij.6. Gemaakte 'fouten' worden wel opgelost, maar niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;

Het doorvoeren van wijzigingen in de overeengekomen eisen moet verantwoord gebeuren, omdat de eisen in de baseline de basis vormen voor de planning en voor uitvoerende werkzaamheden zoals bouwen en testen. Wijzigingen in vastgelegde eisen hebben financiële consequenties (De Swart, 2010), omdat reeds begonnen is met de ontwerpen of uitvoeren van het systeem. Het is van belang dat wijzigingen en antwoorden op vragen worden vastgelegd, omdat dan in een later stadium nog kan worden achterhaald wat er is gewijzigd en waarom (zie ook §6.3.1). Administratie van ontwerpbeslissingen is een tijdrovend proces. In principe is elke lijn op papier een ontwerpbeslissing. Wanneer alle ontwerpbeslissingen worden vastgelegd zal dit veel tijd kosten. Er moet dus slim en selectief worden geregistreerd. De ontwerper moet voor elke ontwerpbeslissing bepalen of ze zo belangrijk zijn, dat ze moeten worden opgetekend.

In de praktijk legt de ontwerper het liefst zo min mogelijk tekstueel vast, omdat het hem tijd kost. De ontwerper moet dus gestimuleerd worden om dingen vast te leggen. Vooral wanneer ontwerpers tussentijds van project wisselen komen ze erachter dat het handig is dat hun voorganger in het project zijn ontwerpbeslissingen heeft vastgelegd. De nieuwe ontwerper kan zich zodoende inlezen in het project en zodoende makkelijker in het project integreren. Door de juiste versies van wijzigingen beschikbaar te stellen, wordt voorkomen dat een al opgelost probleem terugkomt, herstelwerkzaamheden nodig zijn, omdat er met een verkeerde versie van een ontwerp wordt gewerkt of een component onbedoeld gelijktijdig wordt aangepast (Sogeti, 2007).

Bij het project Amstelveenlijn dienen alle ontwerpers en constructeurs een ontwerpdocsier bij te houden waarin ze alle afwegingen en uitgangspunten vastleggen. Ontwerpers, specialisten en constructeurs leveren daarmee de inhoud van de eisen aan en de SE'er dient hiervan SMART-eisen en een integraal kloppend verhaal (de VS) te maken conform SE standaarden.

(2) In praktijk

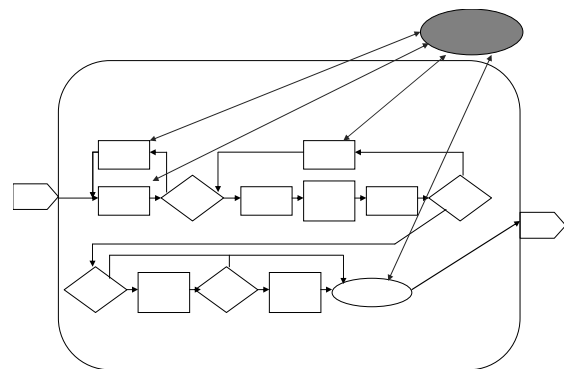
Aanbeveling 6.2.3: Wijzigingen en antwoorden op vragen dienen te worden vastgelegd, omdat dan in een later stadium nog kan worden achterhaald wat er is gewijzigd en waarom.

GO	OKB	SO	GM
18	2	0	0

Een overgrote meerderheid van de respondenten ziet deze aanbeveling als een verbetering. Er moet, volgens een respondent, één iemand verantwoordelijk worden gesteld voor de vastlegging van wijzigingen en antwoorden op vragen, bijvoorbeeld de SE'er of de contractmanager van de opdrachtgever. Wijzigingen en antwoorden op vragen dienen, volgens een respondent, wel eenvoudig te kunnen worden teruggevonden. Een andere respondent heeft daar een oplossing voor door VTW's via een database te beheren.

6.3 Traceren van eisen

Deze paragraaf behandelt verbeteringen die kunnen worden aangebracht in het configuratieproces om de traceerbaarheid van eisen te vergroten. Dit gebeurt door gebruik van gegevenskoppeling, ICT in revisiebeheer en het vastleggen van een eisrationale. Deze punten worden hieronder achtereenvolgens behandeld.



Figuur 6.4. Stappen voor het traceren van eisen.
(het grijze blok in het raamwerk)

6.3.1. Het koppelen van gegevens

(1) In theorie

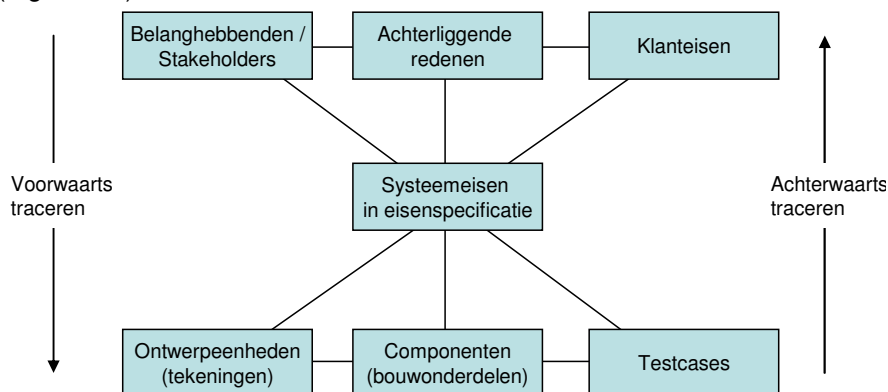
Knelpunt: Tra.2. Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;

Knelpunt: Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;

In tegenstelling tot een 'plat' Word-document kan aan een database intelligentie gehangen worden, waardoor het aanpassen, bewaren en beheren van (gewijzigde) versies eenvoudiger wordt. Ieder gehonoreerd wijzigingsverzoek leidt tot een nieuwe versie van tenminste één eis. Als de eisen in een eisenmanagementtool zijn opgenomen hebben alle eisen afzonderlijk een versie. De actuele stand is daardoor direct inzichtelijk (De Swart, 2010). Door toepassing van een informatiesysteem (bijvoorbeeld de combinatie van COINS Bouw Informatie Model [C-BIM] en COINS Engineering Methode [CEM]) is het eenvoudig om na te gaan hoe de invloed is van een wijziging van één informatieobject op andere informatieobjecten. Tevens wordt traceerbaar wie wanneer welke beslissingen genomen heeft (Dorleijn, 2008). In het SE Handbook (INCOSE, 2007) is aangegeven dat gestreefd moet worden naar maximale informatie met een minimum aan opgeslagen gegevens. Daarbij moet worden opgemerkt dat om de achterliggende gedachten van eisen te kunnen achterhalen, alle verworpen eisen bewaard blijven. In een intelligente database is het mogelijk om de vigerende (geldende) eisen visueel zichtbaar te maken in de database en de oude eisen daarachter te verbergen zonder ze definitief te verwijderen. De geschiedenis van een eis blijft daarmee bewaard. Zodoende blijft het in een later stadium altijd mogelijk om eerdere wijzigingen ongedaan te maken, of in ieder geval de in het verleden

gemaakte keuzes te kunnen doorgronden. Dit betekent ook dat de fases die Hull (2004) onderscheidt, de overeenstemmingsfase, kwalificatiefase en tevredenheidsfase per eis kan worden aangegeven (zie ook §2.2.3). Wanneer de eisenontwikkelaar de fase van de eis vermeldt, is het voor de gebruiker van de eisen te achterhalen welke eisen nog in de pijpleiding zitten.

De functies, eisen en objecten zouden, om de traceerbaarheid te verbeteren, gekoppeld moeten worden aan de overeenkomende geometrische objecten in de ontwerptoepassing. Door deze koppeling is zichtbaar te maken aan welke eisen de betreffende objecten moeten voldoen. Eisentraceerbaarheid zorgt ervoor dat het leven van een eis te volgen is in voorwaartse en achterwaartse richting (Figuur 6.5).



Figuur 6.5. Voorwaarts en achterwaarts traceren.

Bron: De Swart, 2010.

- Voorwaarts traceren begint bij de belanghebbenden en hun functionele eisen en wensen en de gedachten daarachter. Voorwaarts traceren laat zien hoe klanteisen geïmplementeerd worden. Dit vergemakkelijkt volgens De Swart (2010) het analyseren van de impact van een wijziging, omdat een wijziging alleen invloed kan hebben op de vanuit de belanghebbenden, achterliggende gedachten en klanteisen. Hiermee kan de eisenontwikkelaar ook controleren of de eisenspecificatie volledig is. Hij gaat dan na of op alle klanteisen wordt terugkomen in de eisenspecificatie.
- Achterwaarts traceren legt volgens De Swart (2010) relaties naar de oorsprong. Het laat zien waarom een bepaald deel van het systeem gebouwd wordt en daarmee bijdraagt aan het systeem als geheel. Achterwaarts traceren brengt overbodige onderdelen aan het licht. Deze onderdelen zijn voor de klant helemaal niet nodig.

De huidige standaard binnen de Royal Haskoning adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek is het lijngeoriënteerde ontwerpproces. Dit betekent met name de toepassing van CAD-applicaties (AutoCAD) waarin niet eenvoudig intelligentie aan de bouwdelen gekoppeld kan worden. Het koppelen van intelligentie aan bouwdelen bestaat al sinds eind jaren 80 van vorige eeuw (Intergraph), maar er wordt door de adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek (nog) geen gebruik van gemaakt. Inmiddels is wel de afspraak “3D, tenzij...” gemaakt binnen de afdeling, maar in de praktijk wordt nog steeds het merendeel van de ontwerptekeningen in lijngeoriënteerde programmatuur gemaakt.

De overstap van lijngeoriënteerde CAD-applicaties (AutoCAD) naar objectgeoriënteerde applicaties (Revit, Allplan) verloopt traag. Terwijl het in objectgeoriënteerde applicaties wel mogelijk is om functies, eisen en objecten aan gemodelleerde ontwerpdelen te koppelen. Zoals bleek uit §4.3.3 maakt Royal Haskoning adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek nog geen gebruik van de mogelijkheid om gespecificeerde objecten, en onderliggende functies en eisen, direct te koppelen aan

objecten in de ontwerptoepassingen. Binnen Royal Haskoning kan de adviesgroep GeoSolutions geraadpleegd worden, omdat zij ervaring hebben met het koppelen van specificaties aan een geografisch model.

Een economische analyse geeft aan dat een geïntegreerde werkwijze die gebaseerd is op 3D-objecten kan leiden tot omvangrijke besparingen in bouwprojecten, die omstreeks 2,5% van de totale bouwkosten kunnen bedragen, aldus Schaap en Bouwman (2006). Een belangrijk deel van deze besparingen wordt gerealiseerd in het ontwerptraject vanwege een verregaande versimpeling van informatie- en communicatiestromen. De gemiddelde loonkosten van personeel in de bouwsector zullen beperkt toenemen door een toename van de scholingsgraad van medewerkers. De besparingen kunnen niet zelfstandig door partijen gerealiseerd worden want de verandering van de werkwijze moet in een keten plaatsvinden. De besparingen komen immers pas tot stand als de bouwketen geïntegreerd samenwerkt (Schaap en Bouwman, 2006). Relatics van PKM Solutions is een voorbeeld van een informatiebeheer-applicatie waarin is getracht een totaalpakket te creëren voor de gestructureerde verwerking van informatie.

Een nadeel van traceren is dat het vastleggen en onderhouden van de relaties tijd en geld kost. Deze tijd wordt vaak niet gegeven, ook al omdat de kosten in het begin niet opwegen tegen de baten. Deze kosten worden in de praktijk, volgens De Swart (2010) meestal ruimschoots goedge maakt in latere ontwerpfasen, bouw en beheer, omdat men dan terug kan vallen op een goed doordachte, functioneel beschreven uitvraag.

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.3.1: Een intelligente database dient te worden toegepast, waardoor koppelingen eenvoudig kunnen worden aangebracht tussen functies, eisen, objecten en wijzigingen. Hierin kan ook traceerbaar gemaakt worden wie, wanneer, welke beslissingen genomen heeft en waarom.	GO	OKB	SO	GM
	17	3	0	0

Een meerderheid van de respondenten ziet de intelligente database als een welkome aanvulling in het SE-proces. Dit valt en staat echter met de juiste invulling van de database die, volgens een respondent, vanzelf ontstaat als er meer praktische ervaring is met SE. Het kan ook niet altijd omdat sommige opdrachtgevers hun eigen programma voorschrijven. Wanneer deze database webbased is, moet het mogelijk zijn om meerdere mensen er tegelijk in te laten werken. En moet duidelijk zijn welke eisen vigerend zijn. Daarvoor zijn baselines van goedgekeurde eisen noodzakelijk.

6.3.2. ICT in revisiebeheer

(1) In theorie

Knelpunt: Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;

Het digitaal bijhouden van wijzigingen wordt in projecten steeds beter toegepast, maar nog niet optimaal. Er zijn projecten binnen Royal Haskoning, waarbij wijzigingen in “platte” programmatuur zoals Microsoft Word worden bijgehouden. Nadeel van deze software is dat revisiebeheer moeilijk uit te voeren is, zoals eerder aangestipt met een redenering van De Swart (2010) in §6.3.1. In Microsoft Word bestaat een optie “Wijzigingen bijhouden”, waardoor het voor meerdere gebruikers mogelijk is om gemaakte wijzigingen aan te brengen en in te zien. Deze optie werkt echter niet als dezelfde persoon meerdere wijzigingen op dezelfde eis wil aanbrengen. In praktijk komt dit regelmatig voor. De tekst wordt onoverzichtelijk, omdat de verwijderde tekst wel zichtbaar blijft.

In een database (bijvoorbeeld Microsoft Access) is het mogelijk om eisenversie op te hogen, zonder daarbij de oude versie te overschrijven en daarnaast alleen de nieuwste versies van de eisen weer te geven. Men moet dan wel consequent de versie nummers ophogen.

Een nadeel van Microsoft Access is dat het alleen lokaal beschikbaar is. Een eisen/ontwerpbeslissingendatabase zou via internet (web-based) raadpleegbaar moeten zijn, zodat iedere betrokkene vanuit elke locatie met de nieuwste versies kan werken (bijvoorbeeld de commerciële internetdatabase Relatics van PKM Solutions). Het voordeel daarvan is dat men altijd op de hoogte is van wat er verandert, en zodoende niet achteraf allerlei zaken moet bijstellen, omdat men niet wist dat bepaalde zaken waren aangepast. Zo'n database kan ook automatisch een email sturen naar personen die werk uitvoeren waarop de wijziging van invloed is.

Op dit moment wordt de Microsoft Access database, binnen de Royal Haskoning adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek lokaal opgeslagen, omdat men bang is dat iedereen er in het wilde weg eisen in gaat toevoegen en wijzigen. De aanbeveling voor dit probleem is om in de internetdatabase bepaalde mensen schrijfrechten te geven en anderen alleen leesrechten. Er kunnen ook schrijfrechten uitgegeven worden voor een beperkt deel van de internetdatabase, zodat ontwerpers alleen in dat deel wijzigingen kunnen aanbrengen.

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.3.2: Een eisen/ontwerpbeslissingendatabase dient via internet (web-based) raadpleegbaar te zijn, zodat iedere betrokkene vanuit elke locatie met de nieuwste versies kan werken. Daarbij moet onderscheid gemaakt worden tussen "Bewerkingsbevoegdheid" en "Alleen lezen".	GO	OKB	SO	GM
	13	6	0	1

Mensen zijn het over het algemeen eens met deze aanbeveling. De communicatie moet leidend blijven binnen projectteams en dient te worden gefaciliteerd door verschillende overlegmomenten in te plannen. Een database kan daarin ondersteunen. Resultaten van de overlegmomenten kunnen vervolgens worden vastgelegd in zo'n database. Traceerbaarheid van eisen aan de hand van een database helpt bij het voorkomen van misinterpretaties van eisen en een incomplete eisenset.

Een respondent is van mening dat iedereen moet kunnen wijzigingen, dit dient dan wel te worden geaccordeerd door de contractmanager van de opdrachtgever. De SE'er beheert de database, en dient dus nauw contact te hebben met de contractmanager om de goedgekeurde wijzigingen vrij te geven. Afhankelijk van de benodigde snelheid in een project moet de goedkeuring en vrijgave van nieuwe eisen maandelijks of wekelijks worden uitgevoerd.

Aanbeveling 6.3.2 (aangepast): Een eisen/ontwerpbeslissingendatabase dient via internet (web-based) raadpleegbaar te zijn, zodat iedere betrokkene vanuit elke locatie eisen kan toevoegen of wijzigen en met de nieuwste versies kan werken. Toegevoegde en gewijzigde eisen dienen met regelmaat vigerend te worden gemaakt, na een keuring van de beslisbevoegdheid.

Een respondent geeft aan dat eisen ook pro-actief moeten worden gecommuniceerd, dat wil zeggen dat eisen niet alleen moeten worden gehaald, maar ook worden gebracht. Een intelligente database kan, naast het persoonlijke contact binnen het projectteam, ook in dit geval ondersteunend fungeren, bijvoorbeeld door de database belanghebbenden op de hoogte te laten stellen van geaccordeerde wijzigingen, door middel van een email. Geaccordeerde wijzigingen dienen wel per pakket in een email verstuurd te worden om het aantal e-mails tot een minimum te beperken.

6.3.3. Het weergeven van een eisenrationale

(1) In theorie

Knelpunt: Tra.2. Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;
Knelpunt: Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;
Knelpunt: Tra.5. Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, in plaats van een afdeling of natuurlijk persoon. Dit kan voor verwarring zorgen; (Zie ook "Goe.4.")

De eirationale is een combinatie van de eisinitiator, de achterliggende gedachte en ontwerpbeslissingen. Een eirationale zorgt ervoor dat de geschiedenis van een eis te bekijken is en daarmee is te achterhalen wie de eis heeft gewijzigd en waarom. De eirationale vergroot de traceerbaarheid (Kar en Bailey in: Tran en Kasser, 2005, zie ook §2.1.4). Het is de taak van de eisontwikkelaar om uit te zoeken of de door stakeholders aangedragen wens een voorkeur is, of dat het absoluut de enige mogelijkheid is. In beide gevallen moet dit blijken uit de eirationale, in dit geval in de vorm van de achterliggende gedachte (Van Bergen en De Swart, 2008). Het nadenken over het 'waarom' van een eis is ook onderschreven door Bahill en Dean (1997) in het proces van het managen van eisen (Figuur 2.1).

Door een eirationale te vermelden ben je minder afhankelijk geworden van de continuïteit van het projectteam. Het is wel aan te raden om de eirationale alleen aan te geven voor de belangrijke zaken, omdat het anders erg veel administratie veroorzaakt. Door bij de initiator een natuurlijk persoon of specifieke dienst te vermelden is het mogelijk direct de juiste personen de juiste vragen te stellen. Dan is duidelijk bij wie projectmedewerkers moeten zijn als er in latere fasen iets moet gebeuren met de betreffende eis. De natuurlijke persoon of dienst zou ook bij de ontwerpbeslissingen vastgelegd moeten worden. Vermelden van alleen een compleet bedrijf (bijvoorbeeld "ProRail") of instantie (bijvoorbeeld "Gemeente Zutphen") is onvoldoende.

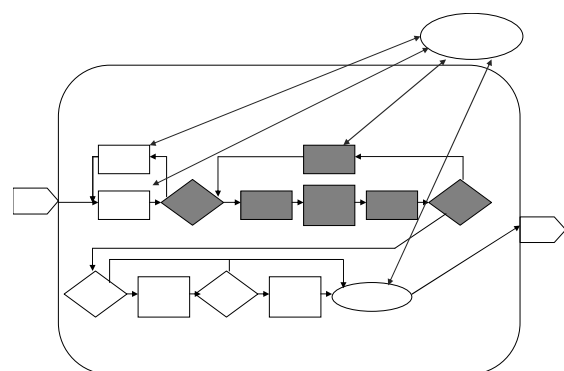
(2) In praktijk

Aanbeveling 6.3.3: De eirationale (een combinatie van de eisinitiator, de achterliggende gedachte en ontwerpbeslissingen) dient bij elke essentiële eis te worden vermeld, waardoor de traceerbaarheid wordt vergroot en afhankelijkheid van individuele projectteamleden wordt verkleind.	GO	OKB	SO	GM
	13	6	0	1

De respondenten zien de invoering van een eirationale als een goede aanbeveling. Het gaat hier met name om de onderbouwing van keuzes die impliciet in eisen zitten gevangen. Alleen als je de onderbouwing kent kan de eis op de goede manier ter discussie worden gesteld. Een respondent geeft aan dat deze informatie zowel voor de eisopsteller, -gebruiker en -reviewer belangrijk is en dat die nu vaak ontbreekt. Een respondent vraagt zich af waar de informatie moet worden vastgelegd. De eisenspecificatie zou te groot worden als alle onderbouwing daarin wordt verwerkt. Bovendien is de eisenspecificatie een baseline van de eisen en kunnen deze eisen daarna nog veranderen. De database is een betere bewaarplaats, omdat in een database veranderde eisen kunnen worden vastgelegd, zonder oude informatie te verliezen. Een groot aantal respondenten geeft wel aan dat ze bang zijn dat de vastlegging van achterliggende gedachten doorslaat en dat er teveel administratie moet worden uitgevoerd.

6.4 Valideren van eisen

Verbeteringen in het validatieproces van eisen kunnen tot stand worden gebracht door een systematische aanpak en het vastleggen van de klantwaarden en het creëren van een eenduidige beeldvorming. Deze onderwerpen worden hier achtereenvolgens besproken.



Figuur 6.6. Stappen voor het valideren van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

6.4.1. Systematische aanpak en het vastleggen van de klantwaarden(1) In theorie

Knelpunt: Val.2. Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;

Uit §6.1.2 blijkt dat door toepassing van SE-lite op een speelse manier systematiek in projecten kan worden aangebracht. De opdrachtgever uit in dit proces ook de waarden die het systeem dient in te vullen. De waarden zijn niet direct SMART, maar bevatten termen zoals: veilig, bruikbaar, mooi, uitstraling hebbend, comfortabel. Je kunt eisen aanwijzen die betrekking hebben op de waarden om op die manier de validatie vorm te geven, maar omdat het veelal subjectieve waarden zijn, is het van belang om de opdrachtgever constant te raadplegen bij de totstandbrenging van de waarden in de werkelijkheid.

Door de 'afgedwongen' systematische aanpak van het functioneel specificeren, wordt duidelijk welke functies een bouwwerk dient te vervullen en aan welke eisen deze functies moeten voldoen. De beoogde functionaliteit van het bouwwerk kan vervolgens op gecontroleerde wijze over de fysieke objecten worden verdeeld. De onderlinge relaties tussen functies, eisen en objecten dwingen een consistente functionele specificatie af. Op basis van deze specificatie is het eenvoudiger om verificatie en validatie in het ontwerpproces te verankeren en te toetsen of een ontwerp voldoet aan de gestelde behoeften (Dorleijn, 2008).

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.4.1: Een systematische aanpak van het functioneel specificeren dient te worden uitgevoerd, waarmee duidelijk wordt welke functies een bouwwerk dient te vervullen en aan welke eisen deze functies moeten voldoen. De beoogde functionaliteiten en waarden van het bouwwerk kunnen vervolgens op gecontroleerde wijze aan de fysieke objecten worden toegedeeld.	GO	OKB	SO	GM
	15	1	1	3

Enkele respondenten geven aan dat deze aanbeveling in feite de kern van SE weergeeft en het is daarom niet echt een aanbeveling. Een respondent geeft aan dat een functionele specificatie niet noodzakelijk is. Er hoeft geen bezwaar te zijn tegen het voorschrijven van een oplossing of een specifiek merk, als daar maar een achterliggende gedachte aan ten grondslag ligt die onderbouwd kan worden.

6.4.2. Eenduidige beeldvorming(1) In theorie

Knelpunt: Val.1. Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen;

Knelpunt: Val.2. Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;

SE-lite heeft de potentie om de opdrachtgever en opdrachtnemer dezelfde taal te laten spreken, waardoor ze elkaar beter kunnen verstaan. Nu wordt SE-lite nog alleen toegepast om een eisenspecificatie te maken, maar het interactieve gedeelte van dit proces zou ook kunnen werken in een aanbestedingsfase of in de latere ontwerpfasen. Door interactieve sessies met elkaar te houden, ontstaat meer begrip voor de problemen van elkaar en kunnen samen oplossingen worden bedacht.

(2) In praktijk

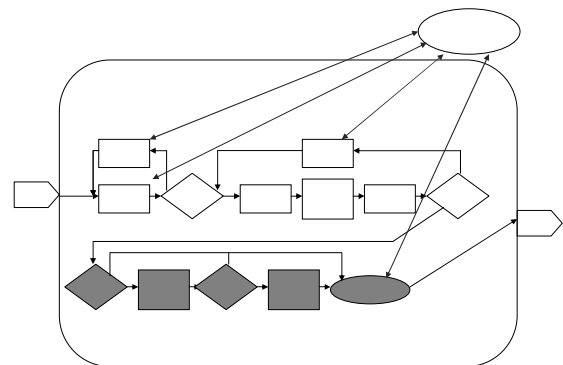
Aanbeveling 6.4.2: Interactieve sessies, zoals SE-lite, dienen te worden georganiseerd met verschillende stakeholders uit het bouwproces. Hier-	GO	OKB	SO	GM
---	----	-----	----	----

door ontstaat meer begrip voor elkaars problemen en kunnen samen oplossingen worden bedacht.	17	3	0	0
--	----	---	---	---

De respondenten zien de interactieve sessies als een goede aanbeveling. Hiermee worden, volgens een respondent, de stakeholders betrokken bij het proces en dan hebben ze het idee dat er naar ze geluisterd wordt. De stakeholders spreken na zo'n sessie ook eerder dezelfde taal. De organisatie van de sessie is in handen van de partij die de kar moet trekken. Tijdens het schrijven van de eisenspecificatie is dat de opdrachtgever; tijdens ontwerp/uitvoering de opdrachtnemer. Zulke sessies dienen gedurende het ontwerp- en bouwproces meerdere malen te worden georganiseerd.

6.5 Verifiëren van eisen

Voor de verificatie van eisen zijn geen knelpunten gevonden, die algemeen worden gedragen binnen Royal Haskoning. Toch wordt er een aanbeveling gedaan, als gevolg van stelling Ver.4.



Figuur 6.7. Stappen voor het verifiëren van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

6.5.1. De verificatiemethode

(1) In theorie

Ver.4. Er wordt tijdens de ontwikkeling van de eisenspecificatie te weinig aandacht besteed aan de verificatiemethode;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	5	7	1

Een minderheid van de respondenten is het eens met deze stelling, desondanks wordt de stelling toch meegenomen in dit onderzoek en wel om de volgende reden: Uit de praktijkprojecten is gebleken dat bij de meeste eisen in de eisenspecificatie een verificatiemethode ontbreekt. De reden dat deze stelling vermoedelijk is verworpen, is dat mensen de achtergrond van deze stelling niet kennen. De gedachte achter de stelling is dat nadenken over de manier van aantonen bijdraagt aan het schrijven van SMART eisen. De opdrachtgever zou hier tijdens het opstellen van de eisenspecificatie meer aandacht aan moeten besteden.

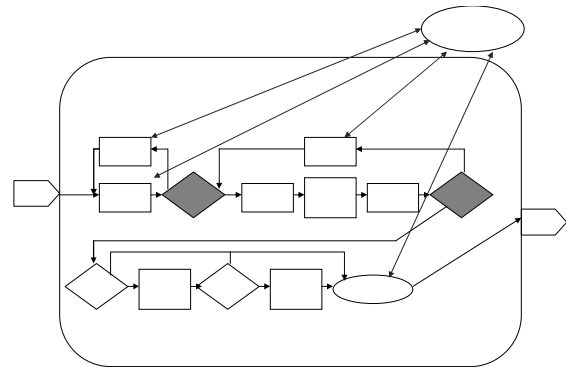
(2) In praktijk

Aanbeveling 6.5.1: De opdrachtgever dient tijdens de ontwikkeling meer aandacht te besteden aan het ontwikkelen van een verificatiemethode bij elke eis. Door na te denken over de aantoning ontstaan SMART eisen.	GO	OKB	SO	GM
	16	3	0	1

Na herformulering van de stelling is een meerderheid van de respondenten het erover eens dat de aanbeveling belangrijk is. De respondenten geven aan dat het inderdaad de taak is van de opdrachtgever en niet van de opdrachtnemer om een (globale) verificatiemethode voor elke eis op te stellen.

6.6 Goedkeuren van eisen

Deze paragraaf gaat in op verbeteringen met betrekking tot de goedkeuring van eisen. Om het goedkeuringsproces beter te laten verlopen dienen commissies te worden ingesteld die verantwoordelijk zijn voor een ordentelijk verloop van de goedkeuringsprocedure en het configuratiemanagement en dient de rol van de systeem integrator een prominentere plaats in het bouwproces te krijgen.



Figuur 6.8. Stappen voor het goedkeuren van eisen.
(de grijze blokken in het raamwerk)

6.6.1. Goedkeurings- en CM-commissies

(1) In theorie

Knelpunt: Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren; (Zie ook "Tra.5." en Aanbeveling 6.3.2)

Knelpunt: Goe.6. Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.

De eisenschrijver en projectleider moeten een passend wijzigingsbeheerproces inrichten. Dit proces moet scope creep voorkomen. Scope creep is het ongecontroleerd groeien van de focus (scope) van het project. Het wijzigingsbeheerproces mag geen obstakel vormen voor het doorvoeren van wijzigingen. De manier om dit te bereiken is om alle wijzigingen via een centraal punt te laten lopen. De Swart (2010) geeft aan dat er één loket dient te zijn waar een verzoek voor wijzigingen moet worden ingediend. Van daaruit worden de consequenties van de wijzigingsverzoeken onderzocht. Na afwegen van de kosten en baten worden ze gehonoreerd of afgewezen. Het Department of Defense (2001) geeft aan dat dit loket bestaat uit een vooraf vastgestelde commissie van projectbetrokkenen. Hiermee worden de goedkeuringen democratisch onderbouwd. Er kan onderscheid worden gemaakt uit bijvoorbeeld een commissie voor technische eisen en één voor maatschappelijke eisen. Daarboven staat een commissie die verantwoordelijk is voor configuratiemanagement (CM). Deze CM-commissie is verantwoordelijk voor het beheer van de eisen, ze geven nieuwe eisen vrij en stellen wijzigingen direct beschikbaar aan de belanghebbenden (Department of Defense, 2001, zie ook §2.2.1). Leden van de CM-commissie kunnen ook zitting hebben in een commissie voor de goedkeuring van eisen. Door de goedkeuringsprocedure van eisen(wijzigingen) van te voren een strikt tijdsschema mee te geven, en meerdere eisen(wijzigingen) tegelijkertijd te behandelen wordt voorkomen dat de afwikkeling teveel tijd in beslag neemt op het kritische pad van het project.

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.6.1: Goedkeuring van eisen dient uitgevoerd te worden door een vooraf vastgestelde commissie van projectbetrokkenen. Door de goedkeuring van eisen(wijzigingen) van te voren een strikt tijdsschema mee te geven, en meerdere eisen(wijzigingen) tegelijkertijd te behandelen wordt voorkomen dat de afwikkeling teveel tijd inneemt op het kritische pad van het project.	GO	OKB	SO	GM
	11	2	5	2

Een kleine meerderheid van de respondenten is het met name eens met het feit dat er een strikt tijdsschema aan het goedkeuringsproces moet worden meegegeven en dat meerdere eisen tegelijkertijd moeten worden behandeld. Een meerderheid ziet het instellen van een commissie echter absoluut niet zien zitten. Een commissie is volgens hen te star en theoretisch. Het woord commissie is volgens een respondent een synoniem van vertraging. Het is beter om de goedkeuring over te laten aan de

contractmanager van de opdrachtgever, hij raadpleegt daarvoor eventueel de benodigde specialisten. Eigenlijk is dit dus een commissie alleen wordt het niet zo genoemd.

Aanbeveling 6.6.1 (aangepast): Goedkeuring van eisen dient uitgevoerd te worden door de contractmanager van de opdrachtgever (op advies van specialisten). Door de goedkeuring van eisen(wijzigingen) van te voren een strikt tijdsschema (bijvoorbeeld dagelijks, wekelijks of maandelijks) mee te geven, en meerdere eisen(wijzigingen) tegelijkertijd te behandelen wordt voorkomen dat de afwikkeling teveel tijd inneemt op het kritische pad van het project.

6.6.2. De Systeem Integrator: een nieuwe rol in het proces

(1) In theorie

Knelpunt: Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren; (Zie ook "Tra.5." en Aanbeveling 6.3.2)

Knelpunt: Goe.6. Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.

De technische kennis bij de overheid neemt af. Ze kunnen de opdrachtnemer niet meer bij de hand nemen, zoals voorheen. Deze leemte zou kunnen worden ingenomen door ingenieurs (die niet in dienst zijn van de overheid), bijvoorbeeld in de rol van systeem integrator. De systeem integrator dient het overzicht te behouden over de uiteenlopende invalshoeken van de verschillende belanghebbenden. Om de leemte, die de overheid laat, over te dragen aan de systeem integrator dient de overheid niet alleen de verantwoordelijkheden, maar ook het beslismaandaat te delegeren.

(2) In praktijk

Aanbeveling 6.6.2: De Systeem Integrator dient het overzicht te behouden over de uiteenlopende invalshoeken van de verschillende belanghebbenden, en deze met elkaar in contact te brengen om democratische besluiten te nemen. De overheid kan deze rol niet meer invullen, omdat ze willen uitbesteden. In plaats daarvan dient de Systeem Integrator-rol te worden ingevuld door ingenieurs van ingenieursbureaus. De overheid dient daarvoor niet alleen de verantwoordelijkheden, maar ook het beslismaandaat te delegeren.	GO	OKB	SO	GM
	11	4	1	4

Een kleine meerderheid wil dat het ingenieursbureau de rol van systeem integrator op zich neemt. Ook een aannemer kan deze rol echter op zich nemen, aldus een respondent. Over het beslismaandaat bestaat een duidelijk verschil van mening. De respondenten van de Royal Haskoning adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek zien de opdrachtgever zijn beslismaandaat het liefst behouden, terwijl de Royal Haskoning adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties het beslismaandaat het liefst naar de opdrachtnemer ziet verschuiven. Voor de adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties is het afleiden van eisen DE manier van ontwerpen en het testen van het systeem als geheel is zeer belangrijk, omdat daarmee de werking van het systeem wordt aangetoond. Voor de adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek is dit minder essentieel, want vaak triviaal. Het antwoord op de vraag of een tunnel de belastingen kan dragen (civiele uitdaging) is namelijk eerder bevestigend dan het antwoord op de vraag of een tunnel een brand kan doorstaan (verkeersmanagement uitdaging).

Aanbeveling 6.6.2 (aangepast): De Systeem Integrator dient het overzicht te behouden over de uiteenlopende invalshoeken van de verschillende belanghebbenden, en deze met elkaar in contact te

brengen om democratische besluiten te nemen. De overheid kan deze rol niet meer invullen, omdat ze willen uitbesteden. In plaats daarvan dient de Systeem Integrator-rol te worden ingevuld door ingenieurs van ingenieursbureaus.

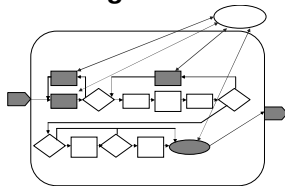
6.7 Resumé

In dit hoofdstuk wordt de vierde onderzoeksvraag beantwoord:

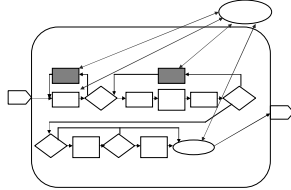
Welke verbeteringen zijn mogelijk in het beheer van eisen(wijzigingen), gebaseerd op ervaringen uit bestaande projecten en bestaande literatuur (H6)? En is er draagvlak voor binnen Royal Haskoning (H6)?

Als teruggekeken wordt naar de literatuur uit het tweede hoofdstuk kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan. Het draagvlak binnen Royal Haskoning voor deze aanbevelingen is bevestigd aan de hand van een presentatie met bijbehorende enquête. Deze aanbevelingen worden in dit hoofdstuk gegeven met het raamwerk uit hoofdstuk 2 in het achterhoofd:

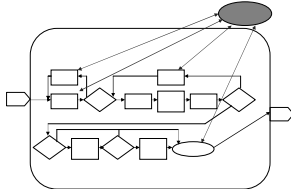
Toevoegen van eisen



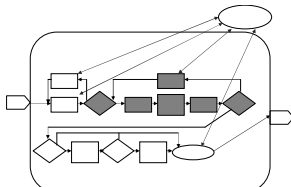
- De allereerste stap in elk project is het opzetten van het werk, het systeem en de organisatie in een breakdownstructure volgens het Stapplan SE, waardoor het project vanaf het begin gestructureerd is.
- Vervolgens worden alle klanteisen verzameld. Klanteisen mogen conflicteren. Het is beter om volledig te zijn en alle conflicterende eisen vast te leggen, dan achteraf van een klant de vraag te krijgen waar zijn eis is, en dat dan niet kunnen uitleggen.
- OG&ON denken niet in functies, maar in oplossingen. Bij een projectstart-up en tijdens afstemmingsoverleg binnen OG&ON en ertussen, dient een SE'er prikkelende vragen te stellen om de functies vast te stellen, maar niet te sturen naar een bepaalde oplossingsrichting. Omdat het voor klanten eenvoudiger is om in problemen te denken dient de Problem Frame benadering (Jackson, 2001) te worden toegepast.
- Op basis van voorgaande analyse en structurering worden systeem-eisen opgesteld. De opdrachtgever dient in het ontwikkelproces van een eisenspecificatie voldoende tijd vrij te maken voor analyse en structurering van het probleem en de vraagspecificatie. Met andere woorden: beter afstemmen, dus meer praten! Dit voorkomt wijzigingen in latere fasen van het project. Pas daarna wordt er gestart met ontwerpen in de vorm van tekeningen en berekeningen.
- Om afstemming te bereiken over de eisen in de eisenspecificatie, dienen interactieve SE-sessies georganiseerd te worden in de trant van SE-lite. Daarbij moeten de OG, ontwerpers en belangengroepen betrokken worden. Eisen van een stakeholder kunnen problemen opleveren voor een andere stakeholder. Door een sessie te organiseren kunnen deze conflicten direct aangepakt worden en denken stakeholders buiten hun eigen contractuele kader. Deze sessies dienen met een zekere regelmaat (dus niet eenmalig) te worden georganiseerd om conflicten te bespreken.

Wijzigen van eisen

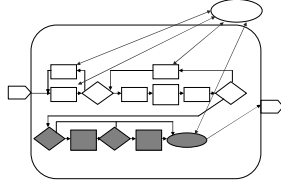
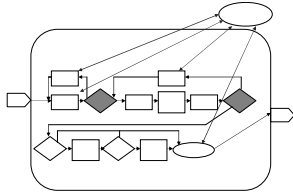
- Wijzigingen die gedurende het ontwikkelproces van de eisenspecificatie naar voren komen dienen direct in behandeling te worden genomen en traceerbaar te worden vastgelegd. Hiermee krijgt de opsteller snel uitsluitel of zijn eis(wijziging) wordt gehonoreerd en komt de eis(wijziging) snel terecht bij elke ontwerper voor wie de wijziging gevolgen heeft.
- Om dit te bereiken dient een formele changemanagement- en configuratiemanagementstrategie te worden gevolgd.

Traceren van eisen

- Om eisen en wijzigingen gestructureerd bij te houden, dient configuratiemanagement te worden toegepast, als volgt (zie ook §2.2):
 1. Formuleren configuratiemanagement-strategie
 2. Identificeren configuratiemanagement-onderdelen
 3. Gestructureerd bijhouden wijzigingen volgens CM-strategie
 4. Overbrengen gecontroleerde nieuwe status (nieuwe baselines)
 5. Configuratie-audit (controle of gewerkt wordt volgens laatste baseline)
- Het gestructureerd bijhouden van wijzigingen dient plaats te vinden in een intelligente (internet-based) database, die door zowel OG als ON, wordt (kan worden) gebruikt.
- In de database maakt de eisontwikkelaar koppelingen tussen functies, eisen en objecten. Daarnaast geeft hij alleen de geldende eisen weer, maar worden oude eisen op de achtergrond bewaard zodat deze eventueel kunnen worden teruggehaald
- Bij eisen vermeldt de eisontwikkelaar een eisrationale, bestaande uit de eisinitiator (eigenaar van de eis), de achterliggende gedachte van de eis en/of ontwerpbeslissingen bij de eis
- Er is één beheerder van de eisenset (een SE'er i.s.m. contractmanager OG). Omdat er maar één eisenset is, werken OG&ON altijd met dezelfde set en praten ze over dezelfde set. Eenheid vermindert de kans op misverstanden en verwarring. Minder kans op "Maar dat wist ik niet"-reacties

Valideren van eisen

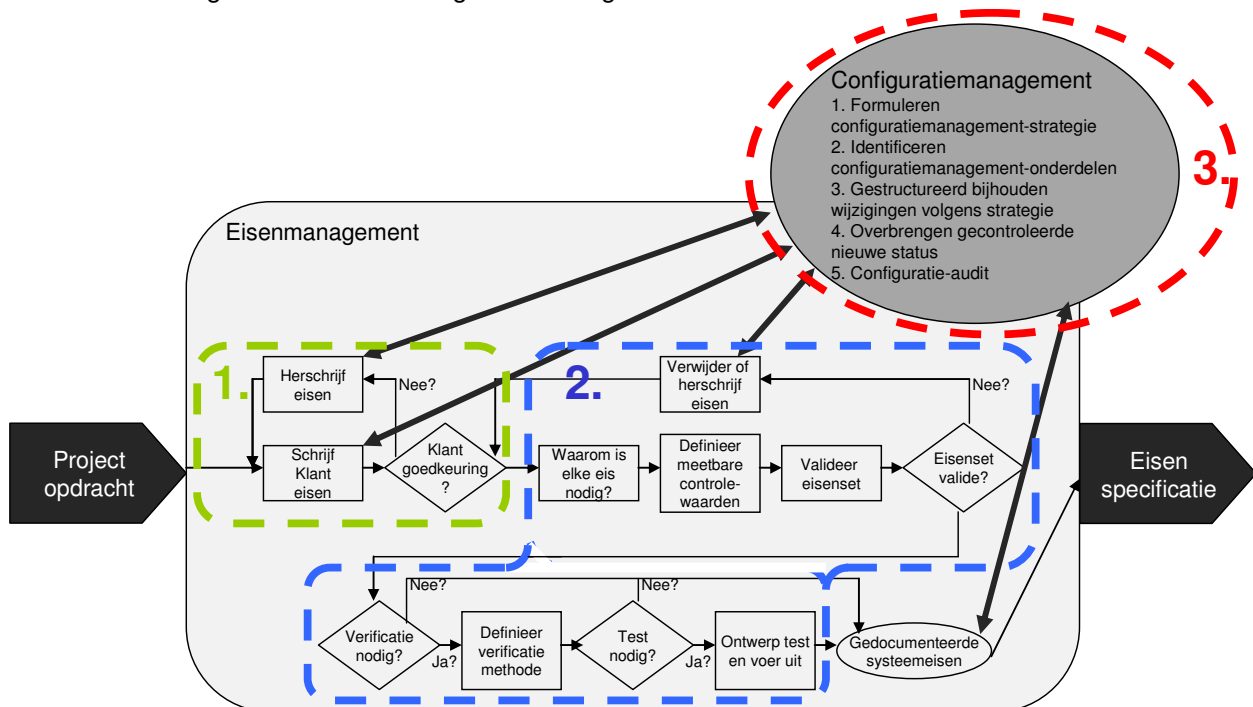
- Een set van klanteisen bestaat over het algemeen uit conflicterende eisen. De eisontwikkelaar lost deze conflicten op. Immers, als de klant zelf deze conflicterende eisen zou oplossen, had hij ook zelf de eisenspecificatie kunnen schrijven.
- Om uit de set van klanteisen een complete set te krijgen, die voldoet aan de 'eisen aan eisen' (§2.1.3&2.1.4), dienen conflicterende eisen besproken te worden met de betreffende eisinitiatoren.
- Voor elke eis zal de eisontwikkelaar de 'waarom?'-vraag stellen.
- De SE'er dient vast te leggen dat een bepaalde eis is vervallen of veranderd en waarom. Zo is de klant op de hoogte van de gemaakte keuze, en kan dit achteraf worden verantwoord.
- Evenals het toevoegen en wijzigen van eisen dient het valideren van een eisenset te gebeuren aan de hand van een interactieve sessie. De SE'er kan een adequate inschatting maken of een eisenset valide is, maar de opdrachtgever moet zijn goedkeuring geven.

Verifiëren van eisen**Goedkeuren van eisen**

- OG en ON dienen tijdens de ontwikkeling van eisen meer aandacht te besteden aan het ontwerpen een verificatiemethode bij elke eis. Dat wil zeggen een abstracte methode bij een abstracte eis en een concrete methode bij een concrete eis. Nadenken over de verificatiemethode tijdens de ontwikkeling van eisen is een vorm van zelfcontrole voor de eisensteller om een eis zo concreet mogelijk te schrijven.
- De goedkeuring van eisen dient plaats te vinden na het schrijven van klanteisen en door het valideren van de eisenset. Het vrijgeven van de vraagspecificatie heeft officieel ook goedkeuring, maar dit is slechts een formaliteit want het gaat dan niet meer over de inhoud van eisen. De inhoud is al vastgelegd in de systeemeisen. Deze zijn gevalideerd.
- De goedkeuring van eisen wordt uitgevoerd door de opdrachtgever of een gedelegeerde, meestal in de vorm van een contractmanager.
- De System Integrator (bijvoorbeeld het ingenieurbureau) kan het goedkeuringsmandaat van de publieke opdrachtgever overnemen, wanneer de publieke opdrachtgever deze taak niet meer kan vervullen

7 Conclusies en aanbevelingen

Het doel van het onderzoek, zoals gesteld in §1.4, is het verbeteren van informatie-uitwisseling en communicatie tussen de betrokkenen in het ontwikkelproces van de eisenspecificatie. Dit doel is nagestreefd door de mogelijkheden van eisen- en configuratiemanagement functies te bekijken en toe- pasbaar te maken voor de civiele bouwpraktijk. Door toepassing van eisen- en configuratiemanage- ment in de praktijk ontstaat de mogelijkheid om eisen op consequente wijze te kunnen toevoegen, wijzigen, traceren, valideren, verifiëren, goedkeuren en om deze vastgelegde informatie aan de be- trokken partijen ter beschikking te stellen. Uit de onderzochte literatuur is een raamwerk ontwikkeld voor de uitvoering van eisen- en configuratiemanagement:



Figuur 7.1. Raamwerk EM, CM en IUC binnen het Systems Engineering Proces.

EM = Eisenmanagement, CM = Configuratiemanagement, IUC = Informatie-uitwisseling en Communicatie

Bronnen: Department of Defense (2001), ISO15288 (NEN, 2002), Bahill & Dean (1997).

Uit de resultaten van een casestudie van zes praktijkprojecten blijkt dat er in een gemiddeld project te weinig SE-gereedschap wordt gebruikt om een gedegen eisenspecificatie te schrijven. Vooral onder- delen die betrekking hebben op eisen- en configuratiemanagementfuncties worden in de praktijkpro- jecten onderbelicht, zoals het stakeholderdiagram, de lijst klanteisen, V&V plan, kruistabel van functies en systemen, verificatierapport, validatierapport en documenten waaruit blijkt dat wijzigingen worden bijgehouden. Als gevolg van het ontbreken van een consequent eisen- en configuratiemanagement- proces, ontstaan de volgende knelpunten:

Het toevoegen van eisen wordt moeilijk gemaakt, want er ontstaat wederzijds onbegrip tussen op- drachtgever en ontwerper, doordat de opdrachtgever geen grondig voorwerk uitvoert voor de eerste ontmoeting met de ontwerper. Daarnaast wordt er tijdens de eisenontwikkeling te weinig aandacht besteed aan de functionele beschrijving van het probleem.

Het wijzigen van eisen wordt moeilijk gemaakt doordat eisen, wijzigingen en ontwerpbeslissingen niet direct worden gecommuniceerd tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Een groot deel van de

communicatie over eisen gebeurt informeel, en wordt 'vergeten' vast te leggen, omdat revisiebeheer veel administratief werk kost voor OG en ON.

Het traceren van eisen wordt tegengewerkt doordat bij de eisen niet wordt aangegeven wie de specifieke eisinitiator is en waarom de eis volgens de eisinitiator nodig is (ontwerpbeslissing), ook worden oude versies van eisen niet bewaard, maar overschreven of verwijderd. Het revisiebeheer is fragmentarisch, omdat OG en ON hun eigen tools gebruiken. Door het kopiëren van de gegevens van één tool naar een ander, verdwijnen koppelingen en wordt het maken van fouten in de hand gewerkt.

De validatie van eisen wordt bemoeilijkt, doordat een eisenset niet wordt voorgelegd aan de klant, met de vraag of de set beschrijft wat de klant wil. De eisenontwikkelaar negeert de belangrijke vraag 'waarom is elke eis nodig' en koppelt geen eisen en objecten aan functies, waardoor achteraf niet kan worden gecontroleerd of het systeem de functies, en daarmee de klantbehoefte, vervult.

Het verifiëren van eisen wordt moeilijk gemaakt doordat het verificatieplan niet de informatie bevat die het, zou moeten bevatten. Tijdens de ontwikkeling van systeemeisen wordt nog niet nagedacht over de verificatiemethoden en tests voor de eis, dit zijn belangrijke onderdelen van het verificatieplan.

Goedkeuring van eisen dient plaats te vinden door de opdrachtgever, in de civiele techniek vaak overheden. Overheden als geheel hebben geen eenduidig standpunt en leggen de interne twistpunten in een geïntegreerd contract bij de opdrachtnemer. Het verkrijgen van goedkeuring is daardoor erg ingewikkeld. Waar ministeries vroeger jaren intern met elkaar praatten en lobbyden om interne conflicten op te lossen, moeten opdrachtnemers ditzelfde traject nu in veel minder tijd afleggen.

Op basis van genoemde knelpunten zijn de volgende aanbevelingen gedaan aan Royal Haskoning (de nummers van de aanbevelingen komen overeen met de nummers in Figuur 7.1):

- (1) Tijdens de ontwikkeling van de eisenspecificatie dient de vraag van de opdrachtgever te worden afgestemd op eisen van andere stakeholders. Dit is te faciliteren door interactieve SE-sessies. Hierbij worden opdrachtgever en andere stakeholders met elkaars problemen geconfronteerd en kunnen ze samen nadenken over de oplossing ervan. Bij de sessies dient een SE'er aanwezig te zijn om de sessie in goede banen te leiden en om de ontwerpbeslissingen die tijdens de sessie worden genomen vast te leggen. Opdrachtgever en opdrachtnemer dienen zoveel mogelijk ontwerpers bij de sessies te betrekken, met name om raakvlakconflicten tussen disciplines te herkennen en op te lossen. Deze sessies dienen met regelmaat te worden georganiseerd. Juist door te praten worden problemen voorkomen en opgelost.
- (2) Om de inhoud van de eisenspecificatie bruikbaar te maken wordt het aangeraden om bij eisen een eirationale weer te geven. Dit bestaat uit de volgende zaken: een specifieke eisinitiator (natuurlijk persoon of overheidsdienst), een achterliggende gedachte (de waarom-vraag) en ontwerpbeslissingen. Deze zaken zorgen ervoor dat een eis voor- en achterwaarts traceerbaar is. Daarnaast wordt aanbevolen om een zo concreet mogelijke verificatiemethode bij elke eis te ontwerpen. Wanneer de eisenontwikkelaar over de verificatiemethode nadenkt scherpt hij automatisch zijn eigen eisformulering aan en wordt deze meer SMART.
- (3) De derde aanbeveling is het invoeren van een intelligente database om eisen te beheren. Deze database moet zo worden ingericht dat hij bruikbaar is voor opdrachtgever én opdrachtnemer. Door de database via internet beschikbaar te maken kunnen opdrachtgever en opdrachtnemer samen in één tool werken. De kans op fouten wordt dan verkleind, omdat bijvoorbeeld het kopiëren van eisen en koppelingen van de ene naar de andere tool niet meer nodig is. In een intelligente tool kunnen meerdere ontwerpers vanuit elke locatie en tegelijk, aan het systeem en de eisen werken. Iedere ontwerper dient toegang te hebben tot de eisen en moet bewerkingsbevoegdheid krijgen. Boven de ontwerpers staat een contractmanager die de toegevoegde eisen en wijzigingen

in de database goedkeurt. De contractmanager dient de inhoud van de database met regelmaat te keuren, om de ontwikkeling van het systeem te laten voortgaan. De complexiteit van het bouwproces en de organisatie neemt niet af, maar doordat het proces beter inzichtelijk is gemaakt, is het proces beter te doorgronden.

Uit de aanbevelingen is op te maken dat ze met name gericht zijn op de manier waarop eisen(wijzigingen) worden vastgelegd. Dit is een logisch gevolg van het feit dat in de praktijkprojecten veel voor het systems engineering proces noodzakelijke onderdelen niet zijn vastgelegd (hoofdstuk 3). Feit is echter dat er maar een beperkt aantal projecten is onderzocht en dat dit relatief kleine projecten betroffen. De eerste aanbeveling voor nader onderzoek is dan ook om voor meerdere projecten na te gaan hoe eisen(wijzigingen) worden vastgelegd. Daarnaast is het belangrijk om te onderzoeken wat de toepassing van meerdere interactieve SE-sessies, de eisenrationale en de intelligente database betekent voor de praktijk van Royal Haskoning.

Overige aanbevelingen voor nader onderzoek

Tijdens dit onderzoek zijn veel vragen ontstaan die buiten de scope van het onderzoek vallen, toch zijn het interessante vragen die mogelijk kunnen leiden tot nader onderzoek. Hier volgt een selectie:

- Het is interessant om te kijken of de aanbevelingen op het gebied van traceerbaarheid van eisen (voorwaarts en achterwaarts) in de praktijk werken. Traceerbaarheid werkt alleen als koppelingen strict worden aangebracht. Dit wordt niet altijd gedaan, omdat het veel tijd kost. Heeft traceerbaarheid een positieve bijdrage aan de ontwikkeling van een systeem wanneer het niet strict wordt bijgehouden?
- Hoe kan een intelligente database voor functies, eisen, objecten en andere projectzaken zo worden ingericht dat opdrachtgever én opdrachtnemer beide hun ontwerptaken erin kunnen uitvoeren? En kan/moet de opdrachtgever het gebruik van een bepaalde tool voorschrijven zonder opdrachtnemers tegen het hoofd te stoten die zelf commerciële softwareontwikkelaars in de arm hebben genomen?
- Validatie is een belangrijke stap in het eisenontwikkelingsproces. Het is praktisch gezien het door de eisenontwikkelaar stellen van de waarom-vraag bij eisen. Door het veelvuldig stellen van de waarom-vraag kan de vraag achter de vraag ontdekt worden. Echter, het veelvuldig stellen van deze vraag kan door de opdrachtgever als vervelend of zelfs als een persoonlijke aanval gevoeld worden. Hoe kan de eisenontwikkelaar de vraag achter de vraag ontdekken zonder als vervelend, betweterig of opdringerig beschouwd te worden?
- Het is een begin om een SE-methodiek vast te leggen, zoals Rijkswaterstaat heeft gedaan. Dit is echter niet de belangrijkste stap, dat is om diegenen die de werkwijze moeten volgen nut en noodzaak van Systems Engineering in projecten bij te brengen. Als werknemers onwetend worden gelaten, kan dit omslaan in onwil. Grote opdrachtgevers, aannemers en ingenieursbureaus kunnen dit ondervangen door de essentiële vragen te beantwoorden: Waarom werken we volgens SE-methodieken? En wat zijn de voordelen voor bijvoorbeeld een ontwerper als hij volgens SE-methodieken gaat werken? Als werknemers van de opdrachtgevende en opdrachtnemende partij overtuigd zijn dat SE werkt, zullen ze het uit vrije wil gaan toepassen. Met andere woorden: hoe kan meer vertrouwen gecreëerd worden in Systems Engineering?
- Veel aannemers zien systems engineering als iets dat moet. Hoe kunnen opdrachtnemers meer betrokken worden in het systems engineering proces en hoe kunnen de voordelen voor hen beter benadrukt worden. Waarom wordt het afleiden van eisen door opdrachtnemers als “niet belangrijk” beoordeeld? Dit is een noodzakelijke terugkoppeling (feedback in communicatieproces) van opdrachtnemer naar opdrachtgever.

8 Bronnen

- Adriaanse A. (2001). *Bouwen op Informatie- en Communicatietechnologie. De mogelijkheden van ICT ter ondersteuning van projectmanagers in bouwprojecten.* Enschede: Universiteit Twente.
- Artem, K. en Markku, S. (2005). Requirements quality control: a unifying framework. *Requirements Engineering*, 11(1), pp. 42-57.
- Bahill, A.T. en Briggs, C. (2001). The Systems Engineering Started in the Middle Process: A Consensus of Systems Engineers and Project Managers. *Systems Engineering*, Vol.4, No.2. John Wiley & Sons, Inc.
- Bahill, A.T. en Dean, F.F. (1997). *The Requirements Discovery Process*. Conference: 7th International conference on creep and fracture of engineering materials and structure, Los Angeles, CA (United States).
- Bahill, A.T. en Henderson S.J. (2004). *Requirements Development, Verification, and Validation Exhibited in Famous Failures*. Online gepubliceerd in Wiley Interscience (www.interscience.wiley.com).
- Bergen, Lennart van & Swart, Nicole de (2008). *Requirements Engineering en Realisatie*. Zonder blozen – twee blikken op requirements.
- Landman, A. (2010). *Meer ruimte voor de zachte kant van het bouwproces*. Geraadpleegd op 13 oktober 2010 in de papieren versie van de CoBouw.
- Cook, D.A. (2002). *Verification and validation of Requirements*. Presentatie voor USAF/STSC. Geraadpleegd in Brand, J.W. (2009). *Verification & Validation*. Presentatie.
- Davis, M. en Zowghi, D. (2004). *Good requirements practices are neither necessary nor sufficient*. *Requirements Engineering*, 11(1), pp. 1-3.
- Denktank SE (2010). *De vergeten kant van SE*. Geraadpleegd van www.DeNieuwbouw.nl. De Denktank SE bestaat uit Jeroen Donders, Cees van Leeuwen, Bas Dietvorst, Kees Nieuwstad, Nataliya Mulyar, Erwin Boersma, Jasper Braakhuis, Marjoleine Jonker, Vikash Laldjiet, Michel Huismans.
- Departement of Defense (2001). *Systems Engineering Fundamentals*. Prepared by the Defense Acquisition University Press. Fort Belvoir, Virginia.
- Dorée, A.G. (1996). *Gemeentelijk Aanbesteden. Een onderzoek naar de samenwerking tussen diensten gemeentewerken en aannemers in de grond-, weg- en waterbouwsector*. Proefschrift Universiteit Twente.
- Dorleijn, R. (2008). COINS Praktijkproject Halte Lunetten. Functioneel specificeren en ontwerpen volgens CEM en CBIM. Utrecht: ProRail, Movares & Infostrait.
- Ensing-Wijn, M. (2004). De volwassen beelddenker. In *Beelddenken en begripsdenken: Een paradox?*
- Hinterhuber, H.H. Sauerwein, E. Bailom, F., Matzler, K. (1993). *The KANO Model: How to delight your customers*. Innsbruck: International Working Seminar on Production Economics.
- Hull, E., Jackson, K., Dick, J. (2004). *Requirements Engineering*. London: Springer.
- INCOSE (2007). *Systems Engineering Handbook, version 3.1*. Verenigde Staten: Seattle, Washington.
- Jackson, M.A. (2001). *Problem Frames: Analysing and Structuring Software Development Problems*. Geraadpleegd op 10 maart 2011 op <http://mcs.open.ac.uk/mj665/papers.html#Pframes>
- Katasonov, A. en Sakkinen, M. (2006). Requirements quality control: a unifying framework. *Requirements Engineering*, 11, pp. 42-57.
- NEN (2002). ISO 15288. *Ontwikkeling en Ontwerp van Systemen*. Processen van de systeemlevenscyclus. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- Nuseibeh, B. en Easterbrook, S. (2000). Requirements Engineering: a roadmap. In: ICSE '00, Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering. ACM Press, pp. 35-46.

- OGC (2006). *Samenvatting Configuration Management*. Vertaald door GroenIT BV.
- Projectbureau Amstelveenlijn (2010). *Systems Engineering vs Omgevingsmanagement. Hoe omgaan met eisen en wensen van stakeholders?* Amsterdam: 25 mei 2010.
- Rijkswaterstaat (2009). *Lessons Learned. Toetsen van eisenspecificaties eisendeel*. Den Haag: Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat (2010). *Stappenplan Systems Engineering voor RWS projecten*. Van Projectopdracht tot Eisenspecificatie. Utrecht: Dienst Infrastructuur.
- Rijkswaterstaat, ProRail, Bouwend Nederland, NLingenieurs en Vereniging van Waterbouwers (2008). *Leidraad SE binnen de GWW-sector*. Den Haag.
- Royal Haskoning (2009). *SE-lite draaiboek*.
- Ruijter, H. de, Gram, R. en Keulen, B. (2010). *Quick Scan Tunnelprojecten*. Ref: 10 008–R–012. Den Haag: Ministerie van Verkeer & Waterstaat, Rijkswaterstaat.
- Schaap, H.A. & Bouwman, J.W. (2006). *Toekomst voor het bouwproces. Een 3D-objectbenadering*. Gouda: Programma COINS, CUR.
- Sogeti (2007) *De werkelijke waarde van Configuration Management*. Vianen: Sogeti.
- Swart, N. de (2010). *Handboek Requirements*. Delft: Eburon Business.
- Tran, X.-L. en Kasser, J. E. (2005). *Towards improving the recognition and correction of poorly written requirements*. Systems Engineering and Evaluation Centre: Brisbane, Australië.
- Wieggers, K.E. (2003). *Software Requirements, 2e editie*. Microsoft Press. Geraadpleegd in Brand, J.W. (2009). *Verification & Validation*. Presentatie.
- Wodajo, Z.T. (2009). *Understanding and reduction of cross-party conflicts in housing development projects from systems engineering perspective*. Afstudeerrapport. Enschede: Universiteit Twente.

9 Verklarende begrippenlijst

Configuratiemanagement: Het vaststellen en behouden van controle over eisen, documentatie en andere artefacten die geproduceerd worden tijdens de levenscyclus van het systeem. Zie ook §2.2.

D&C-contract (Design en Construct-contract): Contract waarbij de opdrachtgever zowel de ontwerp als de bouwtaken uitbesteed aan een opdrachtnemer. Zie ook UAV-gc-contracten.

Opdrachtgever: De partij die de vraag voor een systeem op de markt zet. Zie ook Tabel 1.

Opdrachtnemer: De partij die, door opdrachtgever gevraagde, systeem uitvoert (bouwt). Zie Tabel 1.

Scope: De focus van het project ofwel de projectgrenzen.

Scope creep: Het ongecontroleerd verruimen van de projectgrenzen (teveel hooi op de vork nemen)

Stakeholder: Een persoon of organisatie die invloed ondervindt (positief of negatief) of zelf invloed kan uitoefenen op een specifieke organisatie, een overheidsbesluit, een nieuw product of een project.

Systems Engineering: Een gestructureerde manier van ontwerpen, waarbij alles voortdurend wordt bekeken vanuit het perspectief van het totale systeem.

Traceren (van eisen): Het spoor (achterwaarts en voorwaarts) kunnen aanwijzen van eisen. 'Traceerbaar bijhouden van eisen(wijzigingen)' betekent dat het voor een buitenstaander (een persoon anders dan de eisenontwikkelaar, in dit geval de onderzoeker) na te gaan is welke eisen zijn gewijzigd en waarom. Traceren kan zowel achterwaarts (naar de bron) als voorwaarts (naar de systeemcomponenten) plaatsvinden.

UAV-gc-contract: (Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contractvormen-contract): Contracten waarmee door opdrachtgevers op eenvoudige maar vooral eenduidige wijze een overeenkomst aangegaan wordt met opdrachtnemers voor de realisatie van een project (of werk), waarbij zowel de ontwerpactiviteiten als de uitvoering bij de opdrachtnemers liggen. Een voorbeeld van een UAV-gc-contract is het D&C-contract (zie ook in deze lijst).

V-model: Een grafische weergave van de systeemontwikkelingslevenscyclus. Het geeft de belangrijkste stappen weer die genomen moeten worden om een systeem te ontwikkelen, naast de nemen stappen voor de validatie en verificatie van het systeem.

Valideren (van eisen): Het proces om te komen tot een geaccepteerde kwaliteit van een gegeven. M.a.w.: overeenstemming bereiken over de vraag of hetgeen dat gedaan wordt/is, voldoet aan hetgeen dat verlangd wordt (of nodig is).

Verifiëren (van eisen): kijken of iets klopt. M.a.w.: Verificatie controleert of het systeem elke vastgelegde eis inwilligt

Vraagspecificatie: Dit is een document dat de opdrachtgever op de markt zet. Het bevat een vraag die de markt direct dient op te lossen. In de civiele techniek bestaat de vraagspecificatie uit twee delen, te weten 'Eisen' (Deel 1) en 'Proces' (Deel 2). In dit onderzoek wordt gefocust op Deel 1 'Eisen'.

10 Colofon

Contactgegevens afstudeerder

Naam T.G.H. (Tom) van Swaay
Adres Holthuizerdreef 1
6852 JH Huissen
Telefoonnummer 06-1040 2180
Tel. (nood, ouders) 026-325 5682
E-mailadres t.g.h.vanswaay@student.utwente.nl

Contactgegevens afstudeerbegeleiders Universiteit Twente

Naam	Ir. K.Th. Veenvliet	Prof. Dr. Ir. J.I.M. Halman
Departement	Bouw/Infra	Bouw/Infra
Postadres	Postbus 217 7500 AE Enschede	Postbus 217 7500 AE Enschede
Telefoonnummer	053-489 3205	053-489 3934
Telefoonnummer secr	053 489 4254/2670	053 489 4254/2670
E-mailadres	k.t.veenvliet@utwente.nl	j.i.m.halman@utwente.nl

Contactgegevens afstudeerbegeleiders Royal Haskoning

Naam	Ir. D.M. (Daan) Alsem	Ir. R.P. Schuttinga
Divisie	Infrastructuur & Transport	Infrastructuur & Transport
Postadres	Postbus 151 6500 AD Nijmegen	Postbus 151 6500 AD Nijmegen
Telefoonnummer(s)	06-2041 3530 / 024-328 4299	024-328 4712
E-mailadres	d.alsem@royalhaskoning.com	r.schuttinga@royalhaskoning.com

11 BIJLAGEN

A. Bijlage: Beschrijvingen producten uit Stappenplan SE (RWS,2010)

In deze bijlage zal van de fasen uit het Stappenplan SE van Rijkswaterstaat (2010) worden aangegeven welke SE producten erin gemaakt dienen te worden. De SE producten die behandeld worden zijn de SE Producten zoals genoemd in het SE Stappenplan van Rijkswaterstaat (2010). Nu volgt eerst de gebruikte kleurcodering voor de SE Producten en de activiteiten die worden uitgevoerd om een product te maken.

De activiteiten die bij elk product worden uitgevoerd zijn als volgt:

Project structureren	Product	Activiteiten
P1. Analyseren project-scope	P1.1 Projectscope beschrijving	Analyseer de projectopdracht. Zoek naar eenduidigheid in de opdracht en de gegeven systeemdecompositie in de documentatie. Kortom: beoordeel hoe helder en compleet de opdrachtomschrijving is. Zoek naar doelstellingen, de relatie tussen objecten en functies en de raakvlakken.
	P1.2 Scopeformulier	Stel een scopeformulier op. Laat het scopeformulier door de opdrachtgever ondertekenen (indien van toepassing).
P2. Systeem structure-ren	P2.1 Systeemarchitec-tuur van de input	Beschouw het projectresultaat als een systeem (het systeem of interest van de opdrachtgever). Geef het systeem een naam en start de opbouw van de systeemdecompositie op basis van de projectopdracht.
	P2.2 Systeem Break-down Structu-re/objectenboom	Identificeer alle samenstellende systeemonderdelen die reeds zijn gedefinieerd in de projectopdracht en rangschik deze in de SBS. N.B.: Rangschikt de onderdelen zodanig dat de benaming van deelsystemen hiërarchisch hoger gerangschikt zijn dan de namen van de erin voorkomende systeemonderdelen.
P3. Processen structure-ren	P3.1 Werk Breakdown Structure	Benoem het hoofdprocessen en subprocessen die moeten leiden tot het beoogde projectresultaat ofwel het gerealiseerde systeem. Structureer deze processen in een WBS (Work Breakdown Structure) tot een beheersbaar niveau waarop werkpakketten worden geschreven. Voor elke WBS geldt de 100% regel: alle werkpakketten en producten samen maken het werk. Zorg ervoor dat elk product een output is van een werkpakket. Leg relevante informatie bij de processen en producten vast in de werkpakketbeschrijvingen, zoals tijd, kosten, WP-verantwoordelijke, activiteiten, output, producteisen, risico's, raakvlakken met andere werkpakketten e.d.
	P3.2 Product Break-down Structure	Benoem de hoofdproducten en subproducten die als output het resultaat van deze processen vormen. Structureer deze producten in een PBS (Product Breakdown Structure) op het niveau van de outputs van de werkpakketten. Voor elke PBS geldt de 100% regel: alle werkpakketten en producten samen maken het werk. Zorg ervoor dat elk product een output is van een werkpakket. Leg relevante informatie bij de processen en producten vast in de werkpakketbeschrijvingen, zoals tijd, kosten, WP-verantwoordelijke, activiteiten, output, producteisen, risico's, raakvlakken met andere werkpakketten e.d.
P4. Organisatie structu-reren	P4.1 Organisatie Break-down Structure	Maak aan de hand van de WBS de verantwoordelijkheden inzichtelijk: wie voert welke werkpakketten uit. Categoriseer de werkzaamheden naar de rollen van het IPM model en richt hierop de projectorganisatie in. Schematiseer de projectorganisatie in een hiërarchische structuur, de OBS.
Projectplan opstellen	Projectplan	-
P5. Bijhouden wijzigin-gen in Scope	P5.1 Gewijzigde project-scope	Richt een verzoek-tot-wijzigings procedure in om wijzigingen in de projectscope te beheren. De scope wijziging dient te worden beoordeeld op gevolgen voor tijd, geld en kwaliteit. Significante scope wijzigingen moeten worden geaccordeerd binnen het IPM team en door de opdrachtgever.

Vaststellen van de Klantvraag	Product	Activiteiten
K1. Probleemanalyse en doelstellingen definiëren	K1.1 Probleemdefinitie	Bevraag de opdrachtgevers van het project en analyseer de reeds beschikbare brondocumentatie van het project; Organiseer desgewenst een brainstormsessie binnen het projectteam, waar nodig mét stakeholders, om tot een zo compleet mogelijke inventarisatie van gerelateerde problemen en kansen te komen; Leg per probleem tenminste vast in een formulier: de probleembeschrijving; vanuit welke bron het probleem is herleid; Wie de probleemeigenaar is; waarom het een probleem is (situatie versus norm); wanneer het probleem is opgelost (maak dit meetbaar); of het probleem leidt tot een projectdoelstelling. Leg daarmee alle problemen vast die opgelost of kansen die benut moeten worden door het project; Bundel alle formulieren tot één document met inleiding, leeswijzer en noem dit document de Probleemdefinitie.
K2. Analyseren omgeving	K2.1 Systeemcontextdiagram	Inventariseer de relevante objecten in de omgeving van het systeem. Onderken de (fysieke) relaties van het systeem met deze omgevingsobjecten en visualiseer dit gestructureerd met behulp van een systeemcontextdiagram. Benoem het per raakvlak het type van het raakvlak. Bijvoorbeeld: Data Input/Output, Fysiek-Aansluiting, Fysiek-Mechanisch, Informatieoverdracht, etc...
	K2.2 Stakeholderdiagram	Benoem alle belanghebbenden/stakeholders en leg de informatie vast in een zogenaamd stakeholderdiagram; Benoem in de stakeholderdiagram per partij tenminste: De naam van de partij; De aard van het belang; (b.v. bevoegd gezag, bestuurlijk, adviseur, belangenvereniging, gedupeerde) De invloedssfeer van de partij; (b.v. adviserend, besluitnemend, consulterend, e.d.) Het machtsmiddel van de partij (b.v. geld, vergunning, geen, e.d.). Aanvullende informatie die van belang kan zijn: Naam van het contactpersoon/vertegenwoordiger; Verwachtingen die de belanghebbende heeft; Standpunt t.o.v. project (voor/tegen); De omgangsvorm (zakelijk, meedenkend, kritisch, formeel, informeel, professioneel deskundig).
K3. Verzamelen van klanteisen	K3.1 Lijst klanteisen	Het inventariseren van eisen en randvoorwaarden op basis van bijvoorbeeld gesprekken met stakeholders, workshops en bestaande documentatie. Verslagleggen van de contacten (als broninformatie bij klanteis). Eisen afleiden uit de systeemcontext (de extene raakvlakken). N.B.: Klanteisen zijn vaak ongestructureerd, oplossingsgericht, tegenstrijdig, multi-interpretabel, e.d. Dit is niet erg. Het gaat erom alle relevante input vanuit de stakeholders te verzamelen en vast te leggen. Wat met de specifieke klanteisen gedaan wordt in de verdere ontwikkeling van het systeem is vraag 2 en onderdeel van de onderhandelingen met de stakeholders.
K4. Vaststellen validatiestrategie	K4.1 Validatiestrategie	Maak bij het verzamelen van de klanteisen afspraken met de stakeholders over de wijze van aantonen. Verslagleggen van de contacten (als broninformatie bij de klanteis). Beschrijf de stappen (strategie) die het project volgt om klanteisen te valideren.
K5. Opstellen Klanteisen Specificatie	K5.1 Klanteisenspecificatie	Leg alle voorgaande informatie gestructureerd vast in een document, genaamd de Klant Eisen Specificatie, als ijkpunt van de klantvraag. Leg in een Klant Eisen Specificatie (KES) minimaal de volgende zaken vast: Beschrijving van de System of Interest; De Probleemdefinitie; De Projectdoelstellingen; Het Stakeholderdiagram en Systeemcontextdiagram; De verzamelde klanteisen, voorzien van de benodigde informatie: Unieke eiscode; Naam van de partij(en) die de klanteis stelt; Beschrijving van de klanteis; Brondocument waar de klanteis uit blijkt; Status van de eis (is de eis wel/niet gehonoreerd); Datum waarop de eis is vastgelegd; Wijze en moment waarop de klanteis kan worden gevalideerd; Wijze waarop de eis wordt meegenomen in de Systeemontwikkeling. Laat de KES vaststellen door de opdrachtgever en betrokken stakeholders en maak een baseline van de KES.
K6. Valideren Klanteisen Specificatie aan Scope	K6.1 Gewijzigde klanteisenspecificatie	Houdt wijzigingen en aanvullingen in de Klant Eisen Specificatie continu bij in afstemming met de opdrachtgever en stakeholders. Indien er tegenstrijdigheden zijn aanpassen van de klanteisen in overleg met de stakeholders.
	K6.2 Gewijzigde projectscope	Check of de set gehonoreerde klanteisen nog altijd past binnen de projectscope; Indien er tegenstrijdigheden zijn aanpassen van de projectscope in overleg met de opdrachtgever.

Ontwikkelen van het systeem	Product	Activiteiten
S1 Vastleggen bestaande situatie	S1.1 Complete beschrijving bestaande omgeving	Een volledige beschrijving van de bestaande situatie (nulsituatie) vormt een belangrijk onderdeel van de Systeem Specificatie en uiteindelijk de Eisenspecificatie. Zorg ervoor dat de gegevens van de bestaande omgeving en het daarin liggende areaal bekend zijn.
	S1.2 Beschikbare tekeningen+onderzoek omgeving	Doe archiefonderzoek en vraag beschikbare gegevens op bij de beheerder. Beoordeel de gegevens op compleetheid, nauwkeurigheid en actualiteit. Verricht, waar nodig, aanvullende metingen en voer nulinspecties uit. Stel een beschrijving van de nulsituatie op en maak inzichtelijk waar detailgegevens en tekeningen beschikbaar zijn.
S2. Bepalen Verificatie en Validatiestrategie	S2.1 V&V managementplan systeemspecificaties	Stel vast hoe de verificatie en validatie van het systeem zal moeten verlopen ten opzichte van de planning van het project; Bepaal wie de verificatiewerkzaamheden coördineert binnen de systeemontwikkeling; Bepaal de beschikbare verificatie- en validatiemethoden, typen criteria en de voor de beoordeling verantwoordelijke functionarissen; Leg dit vast in een Verificatiemanagementplan voor het verifiëren en valideren van de Systeemspecificaties (die in deze fase opgesteld worden) en laat dit vaststellen door de projectmanager.
S3. Gebruiken Basis-specificaties	S3.1 Eisen tbv de systeemspecificaties	Bepaal op basis van de SBS welke Basisspecificaties gebruikt kunnen worden om generieke systeemeisen af te leiden; Bepaal welke eisen voor de verschillende objecten gelden. Stel meetbare eisen op voor de verdere uitwerking van het systeem.
	S3.2 Overzicht normen en richtlijnen systeem-spec.	Herleidt uit de projectscope en de SBS welke normen en richtlijnen (N&R) er voor het project gelden. Neem de titels, documentnummers en versies hiervan op in een matrix of overzicht van bindende en informatieve documenten. Deze lijst vormt een paragraaf in de Eisenspecificatie; Koppel de bindende en informatieve documenten in de Systeemspecificaties expliciet aan één of meerdere eisen. Van ON mag niet verwacht worden dat hij zelf bindende documenten aandraagt.
S4. Analyseren en formuleren van eisen, functies en objecten	S4.1 Functionele analyse van het systeem	Voer een functionele analyse om de gewenste werking van het systeem vast te stellen: Modelleer de werking van het systeem in een stroomdiagram, bijvoorbeeld een Functional Flow Block Diagram. Bepaal de benodigde functionaliteiten. Formuleer de prestatie bij de functies.
	S4.2 RAMS analyse van het systeem	Voer een RAMS analyse uit om de benodigde prestaties van het systeem vast te stellen op beschikbaarheid, betrouwbaarheid, onderhoudbaarheid en veiligheid. Werk bijvoorbeeld een faalkans analyse uit om de kans op het niet functioneren van het systeem te kunnen bepalen. Bepaal de RAMS-prestaties van het systeem op basis van de analyses.
	S4.3 Requirements Breakdown Structure	Categoriseer de eisen in type: functioneel; aspect; raakvlak; of proces. Doe dit door een waarde te koppelen aan de prestatie-indicator. Bewerk de eisen tot SMART-formuleringen. Koppel relevante informatie aan de eis, zoals uniek nummer, bronverwijzing, en dergelijke... Leg de relaties (traceerbaarheid) tussen de eisen vast in een eisenboom (Requirements Breakdown Structure, RBS).
	S4.4 V&V plan	Leg op basis van het V&V-managementplan de noodzakelijke V&V-methoden vast bij de eisen en leg dit vast in een V&V-plan.
	S4.5 Functionele Breakdown Structure	Maak o.b.v. het stroomdiagram uit de functionele analyse en een hiërarchische structuur van de benodigde functionaliteiten in een functieboom (FBS).
S5. Structureren en alloceren van eisen, functies en objecten	S5.1 Systeem Breakdown Structure	Bepaal de benodigde functievervullers en maak een hiërarchische structuur van de objecten waar het systeem uit moet bestaan in een objectenboom (SBS).
	S5.2 Kruistabel Functie, Aspect, Raakvlak vs Systemen	Maak met een kruistabel inzichtelijk welke functies door welke objecten worden vervuld. (functies op de verticale as, objecten op de horizontale as en kruisjes in de velden daar waar een object de betreffende functies dient te vervullen). Deel o.b.v. de kruistabel de juiste (functie-) systeemeisen toe aan de objecten. Deel ook de overige eisen toe aan de objecten. Eisen op raakvlakken van functie, object en omgeving: Leidt de (interne) raakvlakeisen eisen af tussen de functies en objecten en deel deze eisen toe aan de objecten; Doe dit ook voor alle functies en objecten die met de omgeving een raakvlak hebben (systeemcontext) en deel de externe raakvlakeisen toe aan de objecten;
S6. Ontwerpen systeem	S6.1 Trade Off- of Scoringsmatrix	Genereer zo veel mogelijk opties van ontwerpkeuzes die voor de verschillende objecten kunnen worden gemaakt. Reduceer het aantal mogelijke opties door ze op haalbaarheid te verifiëren. Werk de overgebleven opties uit tot haalbare varianten (met een titel), dusdanig dat onderlinge vergelijking op criteria mogelijk is. Vergelijk de varianten op basis van de mate waarin zij scoren op de eisen en overige criteria als kosten, planning en risico's. Geef de scores weer in bijvoorbeeld Trade-Off matrix of scoringsmatrix. Koppel desgewenst een wegingsfactor aan de criteria, bereken de totaalscores en gebruik voor de ontwerpkeuzes. Oftewel: voer een Multi-criteria analyse uit.
	S6.2 Systeemontwerp (model+tekeningen) & ontw.rapport	Werk de Voorkeursvariant nader uit tot het Systeemontwerp, bijvoorbeeld m.b.v. een geometrisch model, en leg dit vast in ontwerptekeningen op het detailniveau waarop alle systeemeisen geverifieerd kunnen worden en dat past bij de besluitvormingsfase waarin het project zich bevindt. Onderbouw de gemaakte keuzes in een ontwerprapportage. Leg de marges die bij de ontwerpkeuzes van toepassing zijn vast in de nadere specificaties van het systeem.

Afstudeerrapport (v3.0): Eerst woorden, dan daden

S7. Vastleggen van ontwerpverificatie	S7.1 Verificatierapport	Verifieer het systeemontwerp aan de systeemeisen op basis van het V&V-plan. Leg per eis de verificaties vast in een matrix en beschrijf daarbij tenminste: de eis; de methode; het criterium; de functionaris die de verificatie uitvoert; het resultaat / de gemeten waarde; de conclusie voor het systeemontwerp of voor de systeemeisen.
S8. Opstellen Systeemspecificatie(s)	S8.1 Systeemspecificatie(s)	Voeg alle gegenereerde informatie uit het specificatieproces per object uit SBS gestructureerd en traceerbaar samen. Bouw de systeemspecificatie(s) op conform het format voor systeemspecificaties. Leg zowel de objectbeschrijving, eisen én oplossingsruimte, verificatiemethoden, van toepassing zijnde documenten en overige relevante eisen vast in de systeemspecificaties. Voeg relevante informatie per eis toe voor de traceerbaarheid (bron, bovenliggende eis, onderliggende eis).
S9. Valideren van Systeemspecificatie aan Klanteisen specificatie	S9.1 Validatierapport Systeemspecificatie	Valideer de Systeemspecificatie aan de Klant Eisen Specificatie door te na te gaan of het voldoet aan de behoeften en randvoorwaarden van de klant.
	S9.2 Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemontwerp	Indien er tegenstrijdigheden zijn leidt dit in afstemming met opdrachtgever tot aanpassing van het ontwerp.
	S9.3 Gewijzigde Klanteisenspecificatie	Indien er tegenstrijdigheden zijn leidt dit in afstemming met stakeholders tot aanpassing van de klanteisen.
Uitwerken eisenspecificatie	Uitwerken eisenspecificatie	Activiteiten
V1. Bepalen ontwerp-ruimte en diepgang VS	V1.1 Beschrijving ontwerp-ruimte en diepgang eisen VS	Analyseer de oplossingsvrijheid die de markt geboden kan worden op basis van randvoorwaarden uit omgeving en juridische ruimte in lopende procedures. Schat per object / specificatie de risico's in die kunnen optreden bij het geven van meer minder ontwerp-ruimte en leg deze expliciet vast. Bepaal per object/specificaties op basis van de risico's het benodigde detailniveau van de eisen. Werk daarbij top-down door de systeemeisen heen. Communiceer integraal binnen het team over gekozen ontwerp-ruimte en diepgang van de eisen.
	V1.2 Diepgang VS als input risicodossier	Niet méér detail voorschrijven aan de markt dan nodig. Daarom geldt dat eisen die dieper gaan dan gewenst vanuit het oogpunt van de ontwerp-ruimte, niet worden opgenomen in het contract. Voorwaarde daarbij is een beheersbaar contract. Alleen als risico's niet op een andere manier beheerst kunnen worden is het geaccepteerd om dieper liggende eisen op te nemen. Maak de koppeling met het risicodossier daarom expliciet.
V2. Bepalen scope eisenspecificatie	V2.1 Matrix tbv afbakening scope voor VS	Bepaal op basis van de projectscope, planning en het risicodossier welke onderdelen van het project in één beheersbaar contract kunnen worden opgenomen. Schat per object / specificatie de risico's in die kunnen optreden bij het overdragen van verantwoordelijkheden aan de markt.
	V2.2 Raakvlakken tussen contractscope en projectscope in risicodossier	Beschrijf de raakvlakken die ontstaan tussen de scope van het contract en de scope van het project en voeg deze toe aan het Risicodossier.
V3. Vullen van standaardformat eisenspecificatie	V3.1 VS Eisendeel	Het format voor Eisenspecificaties Eisendeel kent een indeling naar: Inleiding: Objectbeschrijving, - definities en -afbakening; Leeswijzer; Bindende en niet-bindende documentatie (incl. rangorde); Eisen: functie-, raakvlak- en aspecteisen; Bijlagen (incl. definitielijst).
	V3.2 VS Procesdeel	-
V4. Kwaliteitsborging eisenspecificatie	V4.1 Toetsrapportage eisenspecificatie eisendeel	Er zijn 3 toetsmomenten mogelijk: Start: structuurtoets, toets op de gekozen opbouw, scope en diepgang van de Eisenspecificatie (inclusief de boomstructuren); 30%-70%: kwaliteitstoets, toets op de voortgang en kwaliteit van de concept Eisenspecificatie; Eind: doelstellingscan, toets of de Eisenspecificatie voldoet aan de doelstellingen en goed genoeg wordt bevonden voor marktbenadering.
V5. Valideren van eisenspecificatie aan systeemeisenspecificatie	V5.1 Validatierapport Eisenspecificatie	Voer een check op herleidbaarheid en scopebeschrijving. Beoordeel of er geen gaten zitten tussen de specificaties.
	V5.2 Gewijzigde Eisenspecificatie	Pas de Eisenspecificatie aan op onvolkomenheden.
	V5.3 Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemontw.	Pas de Systeemspecificatie(s) aan op onvolkomenheden.

B. Bijlage: Resultaten producten in praktijkprojecten

De kleurcodering in deze bijlage is als volgt:

Groen: Gevonden (de tekst geeft aan in welk document het staat)	Oranje: Iets gevonden wat erop lijkt, maar niet volledig (de tekst geeft aan in welk document het staat)
Rood: Niet gevonden	Grijs: Niet gevonden, maar uit bestaande documenten is op te maken dat het wel is gedaan, echter niet vastgelegd.

SE Producten die behoren bij de het deelproces “Project Structureren”

Projecten Project nr. Royal Haskoning	1. ODG Laan der VN 9P0120	2. N302 Harderwijk 9S7288	3. GBZ Bergerden 9S3918	4. ODG Watergraafsmeer 9T1685	5. RWZI Haarlo 9T3183	6. Gemaal Gansoijen 9V3524
Startjaar voor RH Project contactpersoon RH Opdrachtgever	2005 Daan Alsem ProRail	2007 Dick van Vliet Provincie Gelderland	2007 Ruud van Kruijsbergen DLG Oost	2008 Daan Alsem ProRail	2008 Peter Remmerswaal Waterschap Rijn en IJssel	2009 Bas van Rossum/Peter Remr Waterschap AA en Maas
Project Structureren	document plaats in document/ toelichting	document plaats in document/ toelichting	document plaats in document/ toelichting	document plaats in document/ toelichting	document plaats in document/ toelichting	document plaats in document/ toelichting
Projectscope beschrijving	Vraag §1.3.1 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecificatie H2 p.7 atie N302 februari 2010.pdf	R00007 DEF §1.3 vraagspecificatie.pdf	nieuwe p.16 tunnelwebboe kje21.pdf	R0006 H1 Vraagspecificatie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	R0009 H1 03_1B_010_2 0100908_Vra agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
Scopeformulier					R004 PVA Haarlo.doc ja, maar niet ondertekend. Dit doen we altijd in een zgn hark en prik sessie met de klant	02_1C_004_2 ja, maar niet ondertekend. Dit doen we altijd in een zgn hark en prik sessie met de klant
Systeemarchitectuur van de input				R013DMA CRS.pdf Bijlage 1	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet
Systeem Breakdown Structure/objectenboom	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet	In deze fase nog niet
Werk Breakdown Structure	Plan van H2 Aanpak LVN Definitief ProRail.doc	Vraagspecificatie Fig.1 p.5 atie N302 februari 2010.pdf		R003DMA PKP.pdf §2.1 p.6	nee, dit doet de ON	nee, dit doet de ON
Product Breakdown Structure	Vraag §1.4 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecificatie Fig.2 p.6 atie N302 februari 2010.pdf		R003DMA PKP.pdf §2.1 p.6	dit is de basis objectenboom	02_1C_004_2 H5 & H9 0100304_PV A_Gansoijen. doc
Organisatie Breakdown Structure	R004 DMA PKP.doc Figuur 3.1.1			R003DMA PKP.pdf §3.1 p.18	dit doet de ON	dit doet de ON
Projectplan	Plan van Aanpak LVN Definitief ProRail.doc	Niet gevonden		R001DMA PvA.pdf	voor onszelf maken we een PKP van ieder project	02_1C_004_2 Volledig document 0100304_PV A_Gansoijen. doc
Gewijzigde projectscope					dit zijn de ingediende meerwerken	dit zijn de ingediende meerwerken

SE Producten die behoren bij de het deelproces “Vaststellen van de Klantvraag”

Projecten Project nr. Royal Haskoning	1. ODG Laan der VN 9P0120	2. N302 Harderwijk 9S7288	3. GBZ Bergerden 9S3918	4. ODG Watergraafsmeer 9T1685	5. RWZI Haarlo 9T3183	6. Gemaal Gansoijen 9V3524
Startjaar voor RH Project contactpersoon RH Opdrachtgever	2005 Daan Alsem ProRail	2007 Dick van Vliet Provincie Gelderland	2007 Ruud van Kruijsbergen DLG Oost	2008 Daan Alsem ProRail	2008 Peter Remmerswaal Waterschap Rijn en IJssel	2009 Bas van Rossum/Peter Remr Waterschap AA en Maas
Vaststellen van de Klantvraag	document plaats in document	document plaats in document	document plaats in document	document plaats in document	document plaats in document	document plaats in document
Probleemdefinitie	Vraag §1.3.2 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif H2 p.8 atie N302 februari 2010.pdf	R00007 DEF §1.6 / in Doelstelling vraagspecif atie.pdf	Probleemanalyse in doelstelling!	H0006 §1.1 / dit is ons Vraagspecif standaard proces atie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	K0009 §1.1.3 03_1B_010_2 0100908_Vra agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
Systeemcontextdiagram	Vraag Figuur 1.3.1.1+pagina45 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif Fig.4 p.14 atie N302 februari 2010.pdf		R013DMA §2.5+Fig.5,6,7 CRS.pdf (+SRS §2.3 p.13,14)	dit wordt in de hark-en priksessie gedaan	02_1D_017_2 Volledig document 0100512_Afb akening project.ppt
Stakeholderdiagram				Stakeholderdiagram.pdf	dit gebeurt in het vooroverleg met de OG. Indien van toepassing wordt dit als sessie uitgewerkt, dit is een typisch SE lite aanpak	dit gebeurt in het vooroverleg met de OG. Indien van toepassing wordt dit als sessie uitgewerkt, dit is een typisch SE lite aanpak
Lijst klanteisen	PvE.doc			R013DMA H9 CRS.pdf	dit is te halen uit de bijlages van de VS	dit is te halen uit de bijlages van de VS
Validatiestrategie				N004 DMA SE tooling.doc	doen we niet	doen we niet
Klanteisenspecificatie				R013DMA CRS.pdf	doen we niet	doen we niet
Gewijzigde klanteisenspecificatie				Verschillende versies zijn aangemaakt	dit doen we uiteraard wel, dan wijziging de bijlages	dit doen we uiteraard wel, dan wijziging de bijlages
Gewijzigde projectscope				R013DMA H5 p.12 CRS.pdf	doen we niet	doen we niet

SE Producten die behoren bij de het deelproces "Ontwikkelen van het systeem"

Projecten Project nr. Royal Haskoning	1. ODG Laan der VN 9P0120	2. N302 Harderwijk 9S7288	3. GBZ Bergerden 9S3918	4. ODG Watergraafsmeer 9T1685	5. RWZI Haarlo 9T3183	6. Gemaal Gansoijen 9V3524
Startjaar voor RH Project contactpersoon RH Opdrachtgever	2005 Daan Alsem ProRail	2007 Dick van Vliet Provincie Gelderland	2007 Ruud van Kruijsbergen DLG Oost	2008 Daan Alsem ProRail	2008 Peter Remmerswaal Waterschap Rijn en IJssel	2009 Bas van Rossum/Peter Remr Waterschap AA en Maas
Ontwikkelen van het systeem	document	plaats in document	document	plaats in document	document	plaats in document
Complete beschrijving bestaande omgeving	Vraag §1.3.1 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif H2 p.7 atie N302 februari 2010.pdf	R00007 DEF §1.4 (summier) vraagspecif atie.pdf	SRS_versie1. §2.1.6.1 pdf	R0006 §1.2 Vraagspecif atie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	R0009 §1.1.1 en 1.1.2 03_1B_010_2 0100908_Vra agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
Beschikbare tekeningen+onderzoek omgeving	GEEN SPECIFIEKE PLAATS GEVONDEN!	Niet gevonden, vast wel aanwezig	Niet gevonden, bestaan vast!	SRS_versie1. §4.2 pdf	Obv eisenteksten is uitvoering op te maken	03_1B_012_2 Sheet "Documenten" 0100901_Pro gramma van Eisen.xls
V&V managementplan systeemspecificaties				niet gedaan	doen we bij de collegiale toets	doen we bij de collegiale toets
Eisen tbv de systeemspecificaties	Vraag H3 t/m H7 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif §8.2 p.65 atie N302 februari 2010.pdf	2007-03-07 CONCEPT Objectspecif atie_doorwaa d.xls	SRS_versie1. H5 p.29 pdf	R0006 H3 Vraagspecif atie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	Objecteisen Sheet 1 uit contractdocu ment.xls
Overzicht normen en richtlijnen systeemspec.	Vraag H2 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	WAAR DAN?		SRS_versie1. H4 p.26 pdf	Geen overzichtslst in VS	03_1B_012_2 Sheet "Documenten" 0100901_Pro (niet in VS) gramma van Eisen.xls
Functionele analyse van het systeem	Alleen resultaat is vastgelegd, niet het proces	FBS is gemaakt obv analyse	2007-02-07 CONCEPT Functiespecifi catie.xls	FAST Diagram Amsterdam Onderdoorga ng Watergraafs meer_041108 _RPS.vsd	Obv SE Lite sessie uitgevoerd, vastgelegd in functieboom	Obv SE Lite sessie uitgevoerd, vastgelegd in functieboom
RAMS analyse van het systeem	Alleen RAMS-eisen, geen RAMS-analyse	RAMS-analyse is obv p.64		R008BVD RAMS Plan.pdf	Obv SE Lite sessie uitgevoerd, vastgelegd in risicodossier	Obv SE Lite sessie uitgevoerd, vastgelegd in risicodossier
Requirements Breakdown Structure	Vraag H3 t/m H7 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif p.64 atie N302 februari 2010.pdf	2007-03-07 CONCEPT Objectspecif atie_doorwaa d.xls	Vraagspecif 8.1 Appendix 1 atie_concept_ versie_03_VS PA_mei_201 0.doc	in de SE lite is dit niet gangbaar	in de SE lite is dit niet gangbaar
V&V plan	verificatiematr ix.xls			SRS_versie1. H5 p.31 laatste kolom / pdf Waarom niet in VS? Reden: ProRail voorschriften	laten we de ON doen	laten we de ON doen

Afstudeerrapport (v3.0): Eerst woorden, dan daden

Functionele Breakdown Structure	Vraag Appendix 1 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif Fig.3 p.13 atie N302 februari 2010.pdf	2007-02-07 CONCEPT Functiespecificatie.xls		R0006 Figuur 1 (combi Vraagspecif FBS/SBS) atie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	K0009 Figuur 1 03_1B_010_2 0100908_Vra agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
Systeem Breakdown Structure	Vraag Appendix 1 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecif Fig.2 p.6 atie N302 februari 2010.pdf	2007-03-07 CONCEPT Objectspecificatie_doonwaa d.xls	SRS_versie1. Fig.2.1.4.1 p.8 pdf	R0006 Figuur 1 (combi Vraagspecif FBS/SBS) atie (met wijzigingen uit de Nvl).pdf	K0009 Figuur 2 03_1B_010_2 0100908_Vra agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
Kruistabel Functie,Aspect,Raakvlak vs Systemen		Vraagspecif Fig.3 p.13 atie N302 februari 2010.pdf		R013DMA Fig.8 p.11 / Design CRS.pdf Minimale tabel (enkel subsystemni veau gekoppeld aan hoofd functies)	in de SE lite is dit niet gangbaar	in de SE lite is dit niet gangbaar
Trade Off- of Scoringsmatrix	R011 H4 en H5 dma.doc	Expres niet gemaakt, is taak ON		ProRail Bijlage 7 p.27 Bijlagen Def Conceptrapport Watergraafs meer deel2.pdf	alleen indien zwaardere afwegingen te maken zijn	02_3C_013_2 Volledige documenten 0100312_Beg roting_variant en_Gansoijen .xls & 02_3C_001_2 0100219_Nie wbouw_of_r enovatie_adv ies.doc
Systeemontwerp (model+tekeningen) & ontw.rapport	R013 dma.doc + 2321-172.pdf	Expres niet gemaakt, is taak ON		NIET GEVONDEN!	doet de ON	doet de ON
Verificatierapport	verificatiematr ix.xls	Expres niet gemaakt, is taak ON		Zelf wel verificatiemethoden aangegeven, maar niet zelf uitgevoerd	doet de ON	doet de ON
Systeemspecificatie(s)	Vraag H2 t/m H7 Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Expres niet gemaakt, is taak ON		SRS_versie1. pdf	doet de ON	doet de ON
Validatierapport					doet de ON	doet de ON
Systeemspecificatie						
Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemo ntwerp				versies Niet bewust een wijzigingsformulier, wel tussentijds reviewcommentaar	doet de ON	doet de ON
Gewijzigde Klanteisenspecificatie				versies Niet bewust een wijzigingsformulier, wel tussentijds reviewcommentaar	doen we in de uitvoeringsfase	doen we in de uitvoeringsfase

SE Producten die behoren bij de het deelproces "Uitwerken eisenspecificatie"

Projecten Project nr. Royal Haskoning	1. ODG Laan der VN 9P0120	2. N302 Harderwijk 9S7288	3. GBZ Bergerden 9S3918	4. ODG Watergraafsmeer 9T1685	5. RWZI Haarlo 9T3183	6. Gemaal Gansoijen 9V3524
Startjaar voor RH	2005	2007	2007	2008	2008	2009
Project contactpersoon RH	Daan Alsem	Dick van Vliet	Ruud van Kruijsbergen	Daan Alsem	Peter Remmerswaal	Bas van Rossum/Peter Remr
Opdrachtgever	ProRail	Provincie Gelderland	DLG Oost	ProRail	Waterschap Rijn en IJssel	Waterschap AA en Maas
Uitwerken vraagspecificatie	document	plaats in document	document	plaats in document	document	plaats in document
Beschrijving ontwerprijmte en diepgang eisen VS	Vraag Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	\$1.4 / Alleen ontwerpruimte	Vraagspecificatie Fig.4 p.14 atie N302 februari 2010.pdf	VS_versie_0_2.pdf	Is er niet maar wel interessant	tijdens de sessies
Diepgang VS als input risicodossier	risman.xls	waar vastgelegd?	Risicodossier H2 01.pdf	Risico register watergraafsm eer DEF.xls	tijdens de sessies	tijdens de sessies
Matrix tbv afbakening scope voor VS				VS_versie_0_2.pdf		
Raakvlakken tussen contractscope en projectscope in risicodossier	risman.xls	waar vastgelegd?	Risicodossier H2 01.pdf	Risico register watergraafsm eer DEF.xls	deel van de RISMAN sessie	deel van de RISMAN sessie
VS Eisendeel	Vraag Eisenspec 30 nov 05 versie 1.0 def.doc	Vraagspecificatie N302 februari 2010.pdf	R00007 DEF WAAROM STAAN vraagspecificatie EISEN HIER NIET IN? atie.pdf	VS_versie_0_2.pdf	R0006 Vraagspecificatie (met wijzigingen uit de NVI).pdf	K0009 Volledig document + 03_1B_010_2 Objecteisen uit 0100908_Vra contractdocument.xls agspecificatie deel1 (definitief rapport).doc
VS Procesdeel		Expres niet gemaakt			wij maken één deel	wij maken één deel
Toetsrapportage vraagspecificatie eisendeel				Wel tussentijds reviewcommentaar	Collegiale toets is uitgevoerd	Collegiale toets is uitgevoerd
Validatierapport Vraagspecificatie					collegiale toets	collegiale toets
Gewijzigde Vraagspecificatie			Revisiebeheer in levend werkdokument VS	vraagspecificatie Pagina 2/ Revisiebeheer atie_concept_ kan beter! versie_03_VS PA_mei_201 0.doc	Levend werkdokumen t VS wijzigingen in VS worden in "levend werkdokument" bijgehouden	VS + Nota's van Inlichtingen
Gewijzigde Systeemspecificatie/systeemo ntw.				I:\9T1685\Tec Verschillende versies hnicl_Data\S gemaakt, geen RS revisiebeheer in document	indien van toepassing tijdens NVI	indien van toepassing tijdens NVI

C. Bijlage: Interviews

Vragen uit interviewprotocol

Wat gaat er in projecten goed bij de uiting van eisen door de opdrachtgever en andere stakeholders?
En wat is verbeterbaar?

Wat gaat er in projecten goed bij de vastlegging van eisen door ingenieursbureaus of andere eisenontwikkelaars? En wat is verbeterbaar?

Wat gaat er in projecten goed bij de doorvertaling van de eisen door aannemers? En wat is verbeterbaar?

Wat gaat er in projecten goed en wat is verbeterbaar bij het maken van de vraagspecificatie?

Wat gaat er in projecten goed en wat is verbeterbaar in het ontwerpproces?

Zijn alle stakeholderseisen terug te zien in het opgeleverde systeem? En alle VS-eisen? Wat als dit niet het geval is?

Hoe is het beheer en onderhoud van de eisen in civiele projecten toegepast op het gebied van:
Toevoegen van eisen? Wijzigen van eisen? Traceren van eisen? Valideren van eisen? Verifiëren van eisen? Goedkeuren van eisen?

Extra vragen

Zijn alle eisen in het project SMART beschreven? En wat kan eraan gedaan kan worden om eisen SMART te maken?

Hoe kunnen alle eisen boven tafel gehaald worden, om de 100% eisendeckking te kunnen benaderen?
Er is een grote hoeveelheid stakeholders bij het project betrokken (met verschillende belangen). Welke invloed heeft dit op het formuleren van goede eisen?

Leert men bij het maken van vraagspecificaties van fouten uit het verleden? Hoe?

Hoe beïnvloedt de communicatie tussen opdrachtgever en opdrachtnemer de relatie tussen de kwaliteit van de vraagspecificatie en het ontwerp? (positief dan wel negatief?)

Is er een verband tussen het aantal vragen van de opdrachtnemer en de kwaliteit/helderheid van de vraagspecificatie enerzijds en het resultaat na oplevering anderzijds? (Spreekt men dezelfde 'taal'?)

Is er vaak discussie over interpretatie van termen in de VS (de interne raakvlakeisen/externe raakvlakeisen)?

Wat is de bijdrage en de kwaliteit van de dialoogrondes/sessies voor, tijdens en na de gunning?

Hoe communiceren opdrachtgever en ingenieursbureau wijzigingen in de eisen naar de aannemers?

Hoe communiceren de aannemers wijzigingen in de eisen naar opdrachtgever en ingenieursbureau?

Hoe wordt in de praktijk met Voorstellen-Tot-Wijziging omgegaan?

In de uitvoeringsfase kosten wijzigingen het meest (met name aan het eind van de uitvoeringsfase).

Hoe kan in praktijk voorkomen worden dat men in deze fase nog grote wijzigingen aanbrengt?

Wat is het belang van traceerbaarheid van eisen?

Wordt in de Civiele Techniek gedurende het project altijd een heldere structuur in het proces gehandhaafd mbt eisenbeheer? Zo ja, hoe?

Hoe worden eisen in de praktijk traceerbaar gemaakt? En hoe zou dat moeten zijn?

Hoe worden de ontwerpbeslissingen (design justifications) traceerbaar gemaakt?

Wat is het belang van het verifiëren en valideren van eisen?

Hoe worden verificatie en validatie in Civiele projecten toegepast door aannemer, voor en na gunning? Is dit voldoende? Zo nee, waarom niet?

Hoe worden verificatie en validatie in Civiele projecten toegepast door de opdrachtgever, voor en na gunning? Is dit voldoende? Zo nee, waarom niet?

Samenvatting interviews opdrachtgevers

1. Richard Bosch

Interview Configuratiemanagement in de praktijk op 17 november 2010.

Utrecht: ProRail

Eisendocumenten zijn nog te vaak lange, ongestructureerde, onoverzichtelijke lijsten, die alleen voor de maker leesbaar zijn. Bij het samenstellen van een eisenspecificatie moet een duidelijke structuur gebruikt worden. SE wordt door opdrachtnemers gezien als een secundair proces om eisen aan te kunnen tonen (verificatiemanagement), terwijl het onderdeel zou moeten uitmaken van het primaire proces. De crux van SE c.q. expliciet werken is dat randvoorwaarden verkapt liggen in onderliggende documenten. We moeten deze randvoorwaarden opnemen in de specificaties om ze niet te vergeten. Doordat randvoorwaarden over het hoofd worden gezien ontstaan faalkosten. De daadwerkelijke verificatie moet worden uitgevoerd door werknemers uit het primaire proces, niet door de werkvoorbereider of kwaliteitsman. Verificatie en validatie moeten uit elkaar gehaald worden. Validatie vindt plaats op hoog abstractieniveau, verificatie is het belangrijkste op het laagste abstractieniveau.

Er dient duidelijk te worden verwezen naar documenten als deze in eisen van belang zijn. Dit kan onderdeel uitmaken van de eisrationale. Afstemming met andere stakeholders dient plaats te vinden om de vraagspecificatie scherp te krijgen. Vooraf moet veel afgestemd worden om de eisen boven tafel te krijgen om juist de vraag van stakeholders scherp te krijgen. Gemaakte fouten worden vaak wel opgelost, maar niet vastgelegd, waardoor men er niet van kan leren. Hierdoor worden dezelfde vragen in volgende projecten, met andere mensen, opnieuw gemaakt. In de praktijk wordt slecht omgegaan met wijzigingsvoorstellen. Er wordt vaak pas een wijzigingsvoorstel (VTW) ingediend als het om een contractuele wijziging gaat, geen vastlegging bij kleinere wijzigingen. Door opdrachtnemer afgeleide eisen worden niet voorgelegd aan opdrachtgever. Ik vind de afleiding belangrijk en beoordeel deze, maar andere eisen zitten meer gelijk op de verificatie.

2. Barteld Wup

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 26 mei 2010.

Arnhem: Dienst Landelijk Gebied (DLG)

Barteld vindt dat er vanuit de opdrachtgever al een richting moet worden aangegeven. Dit houdt in dat in ieder geval de belangrijkste functies al duidelijk moeten zijn op het moment dat een ingenieursbureau wordt ingeschakeld, maar nadrukkelijk geen blauwdruk van de projectuitkomst. Het is belangrijk dat de opdrachtgever eerst duidelijk voor ogen heeft wat zijn belangrijkste functie-eisen aan het systeem zijn, alvorens hij eventueel naar een ingenieursbureau stapt om hem te helpen bij het verder ontwikkelen van de uitvraag (eisenspecificatie) voor het systeem. Veel opdrachtgevers denken daar nu niet over na. De opdrachtgever zou beter voorwerk moeten verrichten. De UAV-gc is ingesteld om de contracten te verkleinen en daarmee de regeldruk te verlagen, maar omdat elke keer als er in de praktijk iets misgaat er een voorschrift bijkomt worden de UAV-gc-contracten langzamerhand ook steeds dikker. Opdrachtgevers moeten niet overspecificeren, dit gebeurt nu nog te vaak.

Een adviesbureau wil graag kopiëren-plakken uit voorgaande projecten, omdat dit kosten bespaart. Men moet er dan wel slim mee omgaan, d.w.z.: geen ingewikkelde procedures zoals wekelijkse kwaliteitscontroles inbouwen, wanneer de opdracht rechttoe-rechtaan is. Dan kan men met expertoog vaststellen dat een maandelijkse controle ook voldoet. De verificatie en validatie zijn lastige procesonderdelen, maar zijn noodzakelijk om faalkosten te reduceren. Het inhoudelijk wijzigen van eisen komt nauwelijks voor. Belang van eisen ten opzichte van elkaar wordt niet letterlijk aangegeven, maar door middel van interpreteren kan de aannemer hier voor zichzelf achter komen. Dit bepaalt ook het succes van een aanbidding. De kikkers moeten in de kruiwagen gehouden worden, dit wordt steeds lastiger

naarmate er meer kikkers in de kruiwagen zitten. Er zijn vaak stakeholders die koste wat het kost hun eigen ding erin willen fietsen ook al schaadt dit andere stakeholders. Het is belangrijk dat men elkaars taal spreekt. Daarnaast is vertrouwen erg belangrijk, zodat men er onder meer vanuit kan gaan dat risico's eerlijk verdeeld worden. De meerwaarde van een dialoogronde ontstaat vooral wanneer er een conflict ontstaat (bijvoorbeeld een eisenconflict), dan is het door bemiddeling eenvoudig om het conflict gericht op te lossen. Eisen worden traceerbaar gemaakt door een bronvermelding bij de eisen te vermelden. Als meerwerk volgt uit een eis, zal dat moet worden betaald door de betreffende eisinitiator. Op het moment dat er rechtszaken komen is de sfeer al verziekt en zal er geen vruchtbare samenwerking meer plaatsvinden tussen de stakeholders.

Samenvatting interviews ingenieursbureaus

3. Eric Burgers

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 26 juli 2010.

Capelle a/d IJssel: Soltegro (bedrijf gespecialiseerd in Software en SE-oplossingen)

Naast de kerngroep van stakeholders die geïdentificeerd wordt, zijn er ook nog een groot aantal stakeholders die niet geïdentificeerd zijn. Eisen van die stakeholders moeten dan achteraf alsnog worden ingepast. In CT is een belangrijke groep, de weggebruiker, over het algemeen niet in het project opgenomen, wellicht omdat ze in principe geen macht hebben. In de bouw worden systemen volgens EB fundamenteel fout opgebouwd. Eisen worden niet functioneel beschreven en over het toekomstige gebruik wordt niets vastgelegd. De manier van omgaan met 'het vangen' van eisen is dat het in de CT over het algemeen wordt bepaald door 'waar de aannemer mee weg kan komen' in plaats van door 'wat het systeem moet kunnen' (ofwel juridisch in plaats van functioneel). Er moet meer onderling begrip worden gekweekt om tot de systemen te komen die geschikt zijn voor het bedoelde gebruik. Daarnaast worden eisen in de CT niet expliciet geschreven, ofwel goed gedefinieerd, waardoor het ook moeilijk is om aan de eisen te voldoen.

De inhoud van een eisenpakket is volgens EB vaak een drama. Hierdoor is het onmogelijk om eisen toe te kennen of te alloceren aan aannemers en onderaannemers. Wanneer onderaannemers een deel van de opdracht krijgen toegewezen, wordt vaak het overzicht uit het oog verloren door de hoofdaannemer. Dit overzicht moet worden bewaard door de Systems Integrator. Deze rol wordt in de CT vaak niet (of niet goed) vervuld in de projecten. Achterliggende gedachten bij ontwerpbeslissingen worden vaak niet gedocumenteerd en blijven in de hoofden van de ontwerpers. Dit zorgt voor inconsistentie in het ontwerp en dat is een probleem voor de integratie van de subsystemen. Het probleem is dat men steeds een andere naam geeft aan de lijst met eisen, maar dat de inhoud niet verbetert. Het gaat erom dat de lijst van eisen goed gevalideerd en geverifieerd kan worden, en dat eisen volledig, begrijpelijk en vooral meetbaar moeten zijn. De civiele techniek moet niet uitsluitend naar de zwaartekrachtwetten kijken, maar ook naar het gedrag van de onderlinge systemen en hun omgeving. Het toevoegen van eisen is een creatief ontwerpproces, dat ervoor moet zorgen dat er een goede set eisen ontstaat. Dit proces is erg moeilijk, maar er zijn methoden om het mogelijk te maken, zoals: positief denken, paradigma's, problem frames en het ordenen van gedachten. Als de opdrachtgever en opdrachtnemer (ontwerper) hun voorwerk goed doen, is de kans groter dat ze elkaar eerder begrijpen. De opdrachtgever is niet dom, maar de opdrachtnemer begrijpt hem niet omdat ze een andere taal spreken. De bijdrage van dialoogrondes in het proces is hoog. In dialoogrondes komt er wederzijds begrip. Men moet waken voor eenrichtingsverkeer vanuit de opdrachtgever.

Eisen worden gewijzigd dmv wijzigingsvoorstellen, die worden beoordeeld door een Change Control Board. Elke (set van) wijziging(en) is een nieuwe baseline. Om een nieuwe baseline te worden moet de technische en financiële impact wederzijds geaccepteerd worden. Deze baseline moet na goed-

keuring tenslotte gecommuniceerd worden naar alle betrokkenen. Het duurt te lang voordat een wijzigingsvoorstel in behandeling wordt genomen, waardoor de ontwerper in tijdsnood komt. De opdrachtnemers geven aan dat de opdrachtgever te weinig tijd neemt voor de behandeling van wijzigingen en de beantwoording van vragen. Wijzigingen zijn in elke fase mogelijk, maar door points of no return af te spreken, wordt aangegeven dat na die tijd veranderingen niet meer kunnen worden doorgevoerd zonder grote gevolgen voor tijd en kosten. De focus in Civiele Techniek ligt op verandering van contracten ipv op verbetering van de functionaliteit.

Traceerbaarheid kan het beste beheerst worden door een metamodel te gebruiken. In een metamodel worden de volgende gegevens op een overzichtelijke manier inzichtelijk gemaakt: alle versies van alle eisen, de relaties tussen alle eisen, de ontwerpbeslissingen als achtergrond bij veranderde eisen (waarom de eis gewijzigd is), wie de eis heeft opgeschreven, wie de initiator van de eis is, etc. Het belang van traceerbaarheid van eisen is levensgroot. Hiermee worden de vragen beantwoord zoals: Waarom is dit zo? en Waar komt het vandaan? De traceerbaarheid van eisen helpt bij het uitvoeren van een impactanalyse, men kan namelijk direct zien wat de verandering van een eis betekent voor andere eisen. Wanneer je een ontwerpbeslissing traceerbaar wil maken kan er bijvoorbeeld verwezen worden naar een vergaderingsverslag, waarin de beslissing genomen is.

Verificatiemethoden moeten worden beschreven in de ontwerpfase, het best is als dit al gebeurt tijdens het formuleren van de eis zelf. Eisen op het niveau van validatie (het hoogste abstractieniveau) worden niet gemaakt. Het is dus onmogelijk om het ontwerp te valideren. Als een systeem voldoet aan de wensen van de klant (validatie) dan is het een goed systeem. Validatie is moeilijk omdat men moet controleren of voldaan wordt aan eisen die niet letterlijk zijn geuit. De opdrachtgever moet het systeem testen, dit kan hij zelf doen, door een derde partij laten doen of door de testrapporten van de aannemer op te vragen.

4. Twan Daverveld

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 4 juni 2010.

Nijmegen: Royal Haskoning (adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties)

Grote OG's leunen teveel achterover, terwijl blijkt dat de markt nog niet klaar is om de meerderheid van de vroegere OG's taken over te nemen. Faalkosten ontstaan regelmatig, doordat ON denkt dat iets op bepaalde manier gebouwd kan worden, hieraan begint en vervolgens wordt teruggefloten door de OG omdat ON bepaalde randvoorwaarden over het hoofd heeft gezien. Onvoldoende transparantie in eigen ontwerp, weinig op functioneel niveau, te veel op detailniveau. De grote lijnen (ofwel de Operational Concept Description (OCD) voor het systeem) ontbreken: wat wil men nu eigenlijk, welke processen en scenario's moeten worden ondersteund. Veel eisen zijn verkapt in onderliggende documenten, hierdoor is de baseline onduidelijk en verdwijnt de samenhang tussen de eisen op verschillende niveaus. Teveel gericht op realisatie, niet op wat het systeem moet doen. Nog niet in staat om vanuit een Functioneel PvE te ontwerpen. Te snel gaan ontwerpen, zonder de eisen goed te doorgronden. Onvoldoende kennis van de voorgeschreven ontwerpmethodieken. Er wordt teveel gedacht vanuit bestaande oplossingen in plaats van vanuit de functionele eisen. Instandhouding van een systeem is niet leidend, maar de bouw ervan.

Het ontwerpproces en het vaststellen van de VS vallen steeds meer samen, waardoor concurrent engineering in werking treedt en de projecten een kortere doorlooptijd krijgen en er synergie tussen de processen kan ontstaan.

OG en ON zijn bang voor wijzigingsvoorstellen. Na wijzigingsvoorstel wordt een analyse uitgevoerd, daarna wordt officieel pas besloten of een wijziging wordt goedgekeurd. In de praktijk is een wijziging vaak informeel al doorgevoerd voordat een wijzigingsvoorstel wordt ingediend. Veel wijzigingen heb-

ben een fundamentele impact, toch worden hierover besluiten genomen zonder de integrale impact te bepalen. Wijzigingen moeten dus meer transparant worden doorgesproken.

Er is weinig aandacht voor verificatie en validatie, onder tijdsdruk wordt alles vloeibaar. Degenen die het verificatieplan opstellen zijn in veel gevallen niet betrokken bij de uitvoering van de verificatie. Hierdoor weten de verificatieplan-opstellers niet welke problemen de verificatiemethoden veroorzaken op de werkvloer, of andersom snappen degenen die het verificatieplan in praktijk moeten toepassen niet hoe ze een bepaalde verificatie moeten uitvoeren. De druk om het ontwerp aan de eisen te verifiëren is groter als de opdrachtnemer een project voor zich moet winnen. Als het project eenmaal gewonnen is, wordt deze druk minder en dat heeft zijn weerslag op de uitvoering van de verificatie.

In veel gevallen wordt de VS weggelegd en het komt zelfs voor dat hij helemaal niet wordt geraadpleegd voordat men begint met het maken van de eerste schetsen van het ontwerp.

De adviesgroep Verkeersmanagement en Installaties ziet het afleiden van eisen als de primaire taak en verificatie als secundaire taak van de opdrachtnemer.

Majeure beslissingen door technici genomen in plaats van door de beleidsmakers op het juiste niveau (van de OG). Dit komt doordat de VS en het ontwerpproces beide onder verantwoordelijkheid van de ON vallen worden. Een andere reden hiervoor is dat de doorlooptijd versneld wordt. Het wachten op een beslissing van hogerhand kost namelijk tijd. Eisengoedkeuring moet plaatsvinden op basis van expert judgement. Onduidelijkheden in VS2 (tegenstrijdige methodieken, verschillende niveaus van diepgang) maken het onmogelijk om het ontwerpproces integraal te managen. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt omdat ze bestaan uit meerdere diensten, elk op zijn "eiland". Niet durven loslaten is een belangrijke negatieve eigenschap van de OG. Dit betekent dat er onvoldoende vertrouwen is en dat er onmogelijke contracten ontstaan.

5. Bas van Duijnhoven

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 25 juni 2010.

Nijmegen: Royal Haskoning (adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties)

OG moet proberen om de gelaagdheid in de eisstructuur aan te brengen en vast te houden. Dit betekent dat er een duidelijk onderscheid moet zijn tussen eisen op systeem-, subsysteem- en componentniveau. Op het moment is het nog vaak zo dat eisen op het verkeerde niveau worden vastgelegd. Het is niet verplicht om aspecten functioneel te omschrijven, als daar een goede reden voor is. Het zou goed zijn als elke VS ook voorzien wordt van een functionele omschrijving van het product. Daarnaast zou het helpen als de achterliggende gedachte (het waarom) van een eis wordt vastgelegd: "waarom moeten de deuren blauw zijn?"

In veel gevallen worden, indien een eis aangepast is, de voorgaande versies van die eis niet vastgelegd of bewaard. Ook wordt in veel gevallen niet aangegeven waarom de eis is gewijzigd en wat de ontwerpbeslissingen zijn. Je zou in principe iets moeten zeggen over de wijzigingen die worden aangebracht, maar dit gebeurt in praktijk vaak niet omdat het formeel vastleggen van wijzigingen teveel tijd en geld kost (wij zijn gemaksmensen). Toch zou het registreren weinig moeite kosten als het systeem goed is ontworpen (als de kapstok staat). Degene die het eisenpakket samenstelt (bijvoorbeeld een ingenieur) moet een analyse maken wanneer er tegenstrijdige eisen zijn. Als dit het geval is dient hij in samenspraak met de stakeholders een besluit nemen om de tegenstrijdigheid op te lossen, volgens de principes van het poldermodel. Communicatie tussen opdrachtgever & -nemer is er vaak niet. Het inkrimpen van de overheid zorgt ervoor dat publieke opdrachtgevers hun werk steeds meer uitbesteden aan derden. De kennis bij de overheid neemt af, ze kunnen de opdrachtnemer niet meer bij de hand nemen, zoals voorheen. Het uitbestedingsbeleid is een onomkeerbaar proces om de kosten van overheidsinstanties te verlagen, en zowel opdrachtgever als opdrachtnemer moet hieraan wennen.

Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.

6. Jenny van Gelder

Interview Configuratiemanagement in de praktijk op 3 september 2010.

Nijmegen: Royal Haskoning (adviesgroep Verkeersmanagement & Installaties)

Hoe gaat het systeem gebruikt worden, waarom, door wie? Dat zijn de essentiële vragen bij het begin van een project. De belangrijkste stap in het benaderen van de 100% eisendeckening is om te beginnen met een stakeholderanalyse. Met deze mensen moet de eisenopsteller in contact komen. De beschrijving van eisen moet meer SMART. Dat wil niet zeggen dat elke eis SMART gemaakt moet worden, want dat kan niet, maar dit kan worden opgelost door onderliggende eisen te formuleren die wel SMART zijn. Daarbij helpt het om tegelijkertijd na te denken hoe het aangetoond moet worden, ofwel aan de manier van verifiëren. Als de eis te verifiëren is, dan is hij SMART. Eisen in de VS zijn vaak onduidelijk. Er zijn dus overlegmomenten nodig tussen OG en AN.

Mensen kunnen halverwege instromen, bijvoorbeeld omdat ze een werk overnemen van een collega. Het is dan een pré om de gedachten achter de eisen (de eisrationale) vastgelegd te hebben. Daarnaast geldt het voor de meeste stakeholders dat ze alleen aan het begin (bij het schrijven van de VS) en aan het eind (bij de oplevering) betrokken worden. Daarom is het voor hen belangrijk dat de weg van de eisen getraceerd kan worden. De doorlooptijd van een wijzigingsaanvraag tot goedkeuring wordt door opdrachtnemers over het algemeen als traag ervaren. Het afleiden van eisen werkt zeker prestatiedruk verhogend is. In de ontwerpfase dus over het gehele project levert het wat op, maar in de ontwerpfase geeft het meer werk.

Wat nog wel eens ontbreekt is een goed test master plan, met andere woorden je zult ook de samenhang der dingen moeten testen, dit is ook nog gerelateerd aan de fase waarin het project zich bevindt. Als je een goed overall plan hebt kun je dus heel goed bepalen of zaken moeten worden getest en in welke mate, testen is namelijk een beheersmaatregel op het risico dat het niet goed werkt. Door middel van een verificatieplan, verificatiematrix, verificatiedossier, test masterplan, test plan, test procedure en test rapport toetsen/verifiëren opdrachtgevers en -nemers het systeem aan de eisenspecificatie. Je moet eisen op systeemniveau controleren: hoe? wie? Je moet daar een plan voor schrijven: het test masterplan. Dit is een vorm van risicobeperking, of bescherming daartegen. Als je de risico's kent zijn ze ook beter te beheersen.

Publieke opdrachtgevers kunnen geen technische beslissingen meer nemen, en moeten dit dan ook niet doen. De discussie die opdrachtgevers moeten aangaan betreft het functioneren en de kwaliteit van functioneren van het systeem.

7. Piet Kunst

Opmerkingen in Configuratiemanagement Enquete.

Nijmegen: Royal Haskoning (adviesgroep Civiele Constructies & Geotechniek)

De ontwerper moet goed luisteren naar de belanghebbenden en de achtergrond van de wensen proberen te begrijpen. Stakeholders moeten dus op tijd betrokken worden. Probeer achterliggende gedachte vast te leggen voor de belangrijke eisen. Als je het voor alles doet, geeft dat veel administratie. Er moet dus slim en selectief worden geregistreerd. Verificatie gebeurt vaak impliciet, omdat je als deskundige je ontwerpwerk doet. Het probleem is juist vaak dat we de verificatie niet expliciet doen.

Er kunnen points of no return worden afgesproken, maar er moet ruimte blijven om afwegingen te maken. Als een bepaalde verandering heel veel geld kost, maar ook veel oplevert, moet daar over

nagedacht worden, bijvoorbeeld dmv een impactanalyse. Vaak voert de opdrachtnemer de wijziging al informeel door alvorens ze ter goedkeuring worden ingediend.

8. Ruud van Kruijsbergen

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 7 mei 2010

's Hertogenbosch: Royal Haskoning (adviesgroep Regionale & Stedelijke Infrastructuur)

De SE-deskundige kan de opdrachtgever en stakeholders stimuleren bij het uiten van hun wensen door prikkelende vragen te stellen. Goede sessies met de klant en andere actoren, waarbij het belangrijk is dat secuur wordt doorgevraagd. In deze sessies worden mensen in groepen bij elkaar geplaatst (groepen zoals water, natuur, beheer en constructies) waardoor belanghebbenden niet gaan meepraten over onderwerpen waar ze geen zeggenschap over hebben. Wijzigingen worden bijgehouden in het zogenoemde “levend” werkdocument voor vaststellen uitgangspunten en randvoorwaarden. Traceren is mogelijk met behulp van eisennummers en bronreferenties in de specificatie. Verificatie en goedkeuring vindt plaats door puntsgewijze controle of de eisen uit de specificatie ook verwerkt zijn in het ontwerp van de aannemer. Zo gauw de aannemer aan alle punten voldoet wordt (de uitvoering van) het project door Royal Haskoning goedgekeurd (de opdrachtgever vertrouwt RH deze verantwoordelijkheid toe). Goede communicatie is heel belangrijk. Wanneer een aannemer bij zijn ontwerp dezelfde structuur in de eisen behoudt betekent dit dat ik heel snel kan zien of hij voldoet aan mijn eisen. Ook voor de aannemer zelf is dit handig, omdat hij zodoende ook zelf beter kan controleren waaraan hij wel en niet voldoet. Het is belangrijk voor een aannemer dat hij de ‘taal’ van SE leert spreken.

9. Peter Remmerswaal

Interview Configuratie Management in de Praktijk 10 september 2010.

Rotterdam: Royal Haskoning (adviesgroep Afvalwaterbehandeling)

Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen daarom is het belang van voortdurend overleg ook zo groot. In de praktijk voldoet een bepaald percentage van de eisen in een eisenspecificatie aan de SMART-eis, deze eisen kunnen direct geverifieerd worden. Een eis in de eisenspecificatie die niet SMART is moet, of hergeformuleerd worden, of de eis moet ondervangen worden door onderliggende afgeleide eisen. Als de opdrachtgever geen tijd neemt om afgeleide eisen te bespreken, is het voor de opdrachtnemer moeilijk om te achterhalen wat de behoefte van de opdrachtgever is. Dit is een veelgehoorde klacht. De opdrachtnemer besluit in dat geval eisen niet af te leiden. Wanneer de opdrachtnemer eisen afleidt legt hij deze afgeleide eisen niet voor aan de opdrachtgever, terwijl hij daarmee juist kan aantonen dat (en hoe) hij aan de abstracte eisen uit de eisenspecificatie zal voldoen. De VTW-procedure wordt door veel opdrachtnemers als onnodig ingewikkeld beoordeeld. Voor het verifiëren wordt door de meeste opdrachtnemers gebruik gemaakt van het eendimensionale Excel. Het beste zou zijn als er één systeem zou worden aangehouden, bijvoorbeeld in de vorm van software. Probleem is dat er een wildgroei aan software op de markt aan de gang is. Een klein voordeel van het kopiëren van gegevens met betrekking tot een systeem naar eendimensionale applicaties zoals Excel is dat de opdrachtnemer opnieuw moet nadenken over de structuur en zich daardoor beter inleeft in de werking van het systeem. Het aantal wijzigingen heeft een direct verband met de kwaliteit van de eisenspecificatie. Hoe meer wijzigingen, hoe onoverzichtelijker de eisenspecificatie.

10. Bas van Rossum

Interview Configuratie Management in de Praktijk 16 september 2010.

Rotterdam: Royal Haskoning (adviesgroep Afvalwaterbehandeling)

Het is belangrijk om de stakeholders goed op een rijtje te hebben. Het benaderen van 100% eisen-dekking begint met het actief vragen van wat de stakeholder wil en eventueel hoe. In projecten van de Royal Haskoning adviesgroep Water (zoals RWZI Haarlo en Gemaal Gansoijen) worden eisen aan objecten gekoppeld, maar objecten niet aan functies. Functionele eisen worden niet opgesteld en functies worden niet expliciet aan objecten gekoppeld. Het koppelen van functies aan objecten gebeurt wel impliciet tijdens een workshop, maar dit wordt niet vastgelegd. De reden hiervoor is naar eigen zeggen dat de klant en het projectteam niet in functies denken. Eisen zijn met name gericht op de objecten, dit zorgt ervoor dat de aannemer begrijpt waar men naartoe wil. Dit zorgt er wel voor dat de aannemer zelf minder over oplossingsrichtingen nadenkt.

Het gestructureerd indelen in functionele/objectcategorieën is verbeterbaar. Het is wat dat betreft minder belangrijk als de functionele-, aspect-, en raakvlakeisen door elkaar zijn gegooid. Vaak worden meerdere eisen in één eis gestopt, dit zorgt ervoor dat eisen vergeten worden. Ook het aangeven van de bron van de eis kan verbeterd worden. Dus de initiator en het waarom van de eisen. Ontwerpbeslissingen zijn over het algemeen niet traceerbaar gemaakt en blijven in de hoofden van de ingenieurs.

Verificatie gaat zeer moeizaam. Opdrachtnemers die de meerwaarde van systems engineering niet inzien, zien het als verificatiemanagement. Met andere woorden willen opdrachtnemers slechts verantwoorden dat ze aan de eisen van de opdrachtgever voldoen, zonder de klantbehoefte of de klantbedoeling na te gaan. Deze opdrachtnemers leiden geen eisen af en proberen de abstracte, niet afgeleide, eisen te verifiëren.

Samenvatting interviews opdrachtnemers

11. Johan Boers

Interview Configuratie Management in de Praktijk op 17 juni 2010.

Veenendaal: Roelofs Den Ham (afdeling Advies & Ontwerp)

Ontwerpvrijheid in de eisen is belangrijk voor de SE-systematiek. JB prefereert het wanneer hij meer speelruimte krijgt omdat hij dan veel opties heeft om zich te kunnen onderscheiden ten opzichte van andere ON's. Dit betekent niet dat de opdrachtgever bij het toevoegen van eisen moet proberen om geforceerd een open, oplossingsvrije eisenspecificatie te schrijven. Als bepaalde objectgerichte details echt belangrijk zijn voor de klant dan moeten ze onversleuteld terugkomen in de eisenspecificatie. Vaak is het zo dat de OG eigenlijk al een bepaald ontwerp of gebruik van bepaald materiaal voor ogen heeft, omdat ze dit altijd zo doen. Toch schrijven ze geforceerd een open VS, en ontstaat de schijn van ontwerpvrijheid, maar wordt tijdens de overleggen in de aanbestedingsprocedure duidelijk dat er helemaal geen ontwerpvrijheid is.

Soms is het niet duidelijk wat een OG/IB bedoelt met de eisen in een VS, het duidelijk opschrijven van de eisen is vaak nog een probleem. Vaak is een VS een lange onoverzichtelijke lijst van eisen. Wat volgens JB zou helpen is om de eisen al in de VS te groeperen. Dit zorgt voor overzicht voor alle partijen. Daarnaast geeft JB aan dat veel IB's contractdocumenten en tekeningen onnodig ingewikkeld maken: hij zou het liefst compacte documenten en eenvoudige tekeningen zien. De OG maakt te weinig gebruik van de praktische kennis van de aannemers. Aannemers moeten zichzelf verbeteren in het stellen van de goede vragen, zodat de OG merkt dat de aannemer goed bezig is en meedenkt.

De VTW-procedure vind ik onnodig ingewikkeld. Er gaat heel veel tijd overheen voordat een wijzigingsaanvraag goedgekeurd wordt. Diensten van OG overleggen niet goed met elkaar en met de ON. De ON houdt er bij voorbaat rekening mee dat de communicatie tussen de stakeholders niet goed kan gaan, en daarom vragen ze zelf naar bepaalde zaken. Dit is de eigen verantwoordelijkheid van de ON.

In de praktijk wordt verificatie door zowel OG, IB als ON als een 'noodzakelijk kwaad' gezien; verificatie kost namelijk veel tijd, toch is het belangrijk omdat alleen zo kan worden aangetoond dat aan alle eisen is voldaan. De verificatie wordt soms uitgevoerd door werknemers die het verifiëren als overhead of noodzakelijk kwaad zien. Onder tijdsdruk kan dan worden besloten om alleen de meest risicovolle eisen te verifiëren.

12. Mies van Zoggel

Interview Configuratiemanagement in de praktijk 5 oktober 2010 (telefonisch).

Rosmalen: Heijmans BV

Een eirationale bij een eis zou enorm helpen om in latere fasen in het ontwerp en de uitvoering snel de ontwerpbeslissingen te kunnen achterhalen en proberen te begrijpen. Bindende documenten worden niet altijd even goed gelezen omdat het meestal dikke dossiers zijn.

Het stellen van kostenbesparende vragen in de aanbestedingsfase door de aannemers wordt gestimuleerd nu er tegenwoordig de mogelijkheid bestaat om individuele sessies met de opdrachtgever te houden, waarbij het antwoord niet onder de concurrenten wordt verspreid.

Validatie van systeem en eisen wordt vaak niet (goed) uitgevoerd, de aannemer maakt wat de opdrachtgever voorlegt door middel van de vraagspecificatie.

Ontwerp wordt vaak al in grove lijnen gemaakt door OG. Het ontwerp van de OG beperkt de ontwerp-vrijheid. Vraagspecificatie geeft zodoende uitermate veel sturing aan een project, veel keuzes zijn al gemaakt door de opdrachtgever. Hieronder zijn verschillende keuzes die ook best door een opdrachtnemer gemaakt zouden kunnen worden. De opdrachtgever heeft nog moeite om het maken van keuzes aan aannemers over te laten. De vraagspecificatie wordt dan door een aannemer gebruikt om van specifieke onderdelen de eisen op te zoeken.

De opdrachtgever geeft gemiddeld eens in de vier weken ondersteuning in de vorm van een technisch overleg om het ontwerp als opdrachtnemer verder uit te werken.

D. Bijlage: Vergelijking literatuur en praktijk

In deze bijlage worden de stellingen uit hoofdstuk 4 expliciet gekoppeld aan de literatuur uit hoofdstuk 2. De hieronder genoemde praktijkstellingen (rechter kolom) zijn voortgekomen uit de praktijkprojecten (hoofdstuk 3) en zijn vastgelegd hoofdstuk 4. De praktijkstellingen zijn knelpunten voor de manier van werken zoals die is beschreven in de literatuur (linker kolom) uit het theoretisch kader in hoofdstuk 2. De koppeling tussen literatuur en praktijk wordt per CM-functie expliciet gemaakt:

Toevoegen van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.1: Het definiëren van klanteisen en §2.1.4: Het verifiëren van de eisen.

Literatuur	Praktijkstelling
Het toevoegen van eisen wordt in gang gezet door het 'problem statement' van de opdrachtgever (§2.1.1)	Toe.1. Grondig voorwerk door de opdrachtgever vóór de eerste ontmoeting met de ontwerper ontbreekt vaak, daardoor ontstaat wederzijds onbegrip (B. Wup op persoonlijke titel, Bijlage C.2.; E. Burgers op persoonlijke titel, Bijlage C.3.)
Een goede eisenontwikkeling vergroot de waarschijnlijkheid dat het systeem juist wordt gebouwd (§2.1.1)	Toe.2. Een goede eisenontwikkelingsmethode uit een project is niet zondermeer toepasbaar in een ander project (Davis & Zowghi, 2004);
Het 'problem statement' bestaat uit beschrijvingen van wat het systeem moet kunnen: de functies (§2.1.1)	Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit oplossingsvrijheid vergroot (Dorleijn, 2008);
	Toe.4. Eisen niet geforceerd functioneel beschrijven: dit is schijn van ontwerprijheid (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.);
	Toe.5. Functionele - en aspecteisen worden met elkaar verward;
Eén eis mag niet meerdere eisen bevatten (§2.1.4)	Toe.6. Verschillende eisen die bij elkaar horen worden in één eis gestopt (B. van Rossum op persoonlijke titel, zie Bijlage C.10.);
Een eisenlijst dient duidelijk georganiseerd te zijn (§2.1.4)	Toe.7. Eisenlijsten zijn lange lijsten die alleen voor de maker leesbaar zijn (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.);
De aantrekkelijke eisen zorgen voor de grootste verhoging van de klanttevredenheid. De aantrekkelijke eisen worden niet expliciet door de klant geuit en worden dus ook niet verwacht. Deze eisen worden voorgesteld door opdrachtnemers. Het vervullen van deze eisen zorgt bij de klant voor meer dan proportionele tevredenheid (§2.1.1)	Toe.8. Afleiden van eisen door opdrachtnemer wordt onterecht als prestatiedruk verhogend gezien;
De functionele beschrijvingen dienen te worden goedgekeurd door de klant (§2.1.1)	Toe.9. OG neemt te weinig tijd om door ON afgeleide eisen te bespreken (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.).

Wijzigen van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.3: Het valideren van de eisenset, §2.2.1: Het formuleren van een strategie voor configuratiemanagement en §2.2.3: Het bijhouden en implementeren van nieuwe informatie over configuraties (wijzigingen)

Literatuur	Praktijkstelling
Opdrachtgever en opdrachtnemer moeten overeenstemming bereiken over de invulling en uitvoering van een eis in de overeenstemmingsfase (§2.2.3)	Wij.1. Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich alleen verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden (Schaap en Bouwman, 2006);
Wijzigingen moeten altijd worden voorgelegd aan de klant (§2.2.3)	Wij.2. Opdrachtgever neemt weinig tijd voor behandeling van wijzigingen/vragen (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.);
Configuratiemanagement zorgt ervoor dat de gegevens met betrekking tot het project geactualiseerd worden, zodat altijd een adequate omschrijving beschikbaar is van het geheel van producten en diensten die het project dient op te leveren (§2.2.3)	Wij.3. Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;
Elke gedetecteerde fout in de ontwikkelfase van een systeem bespaart substantiële tijd en kosten (§2.1.3) en wijzigingen moeten altijd worden voorgelegd aan de klant (§2.2.3)	Wij.4. Ondanks een 'uitstekende' eisenspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussentijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden (Davis en Zowghi, 2004);
Het managen van de configuraties houdt in dat elke goedgekeurde wijziging wordt vastgelegd in een nieuw basisniveau (§2.2.3)	Wij.5. Omvangrijk informeel revisieproces (telefonisch, email), nauwelijks gedocumenteerd;
	Wij.6. Gemaakte 'fouten' wel opgelost, niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;
	Wij.7. Revisiebeheer legt grote administratieve druk op werknemers (Schaap en Bouwman, 2006);
Daarnaast moet de manier van opslag worden vastgelegd (§2.2.1)	Wij.8. ICT wordt onvoldoende benut om revisiebeheer te verbeteren (Adriaanse, 2001);
Om wijzigingen aan te kunnen dragen dient een Verzoek-Tot-Wijziging-procedure te worden ingericht (§2.2.3)	Wij.9. VTW alleen bij contractuele wijzigingen, geen vastlegging kleinere wijzigingen (R. Bosch op persoonlijke titel, zie Bijlage C.1.);
	Wij.10. VTW wordt ingediend nadat inhoud tussen OG en ON is gekneed, (het is maar een voorstel);
	Wij.11. VTW-procedure wordt door opdrachtnemers als onnodig ingewikkeld beoordeeld (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.).

Traceren van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.4: Het verifiëren van de eisen, §2.2.1: Het formuleren van een strategie voor configuratiemanagement en §2.2.3: Het bijhouden en implementeren van nieuwe informatie over configuraties (wijzigingen)

Literatuur	Praktijkstelling
Oude basisniveaus blijven bewaard, voor het geval de geschiedenis van een eis moet worden teruggehaald, wanneer een ontwerpbeslissing ter discussie staat (§2.2.3)	Tra.1. Bij wijziging eis worden de voorgaande versies vaak niet bewaard (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C.5.);
Een eis dient traceerbaar te zijn. Dit is één van de 'eisen aan eisen'. Het vastleggen van een rationale (achterliggende gedachten en ontwerpbeslissingen) draagt daaraan bij. Hiermee wordt de geschiedenis van een eis vastgelegd, en zijn oude besluiten terug te halen, die mogelijk gedurende het project ter discussie komen te staan (§2.1.4)	Tra.2. Bij wijziging eis wordt niet aangegeven waarom eis is gewijzigd (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C.5.);
	Tra.3. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen (Hull, et al., 2004). Ontwerpbeslissingen worden überhaupt niet vastgelegd;
	Tra.4. Eisennummering met meerdere niveaus is niet goed voor de traceerbaarheid;
	Tra.5. Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, dit zorgt voor verwarring;
	Tra.6. Koppelen van gegevens (functies, objecten, modellen, etc.) in praktijk nauwelijks toegepast;
In de CM-strategie wordt de manier van informatieopslag vastgelegd, die gedurende het hele project wordt gehandhaafd (§2.2.1)	Tra.7. Leveranciers van applicaties volgen fragmentarische aanpak bouwsector (Dorleijn, 2008).

Verifiëren van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.3: Het valideren van de eisenset en §2.1.4: Het verifiëren van de eisen

Literatuur	Praktijkstelling
Een eis dient traceerbaar te zijn, dit betekent dus ook dat hij vindbaar moet zijn (§2.1.4)	Ver.1. Eisen vastgelegd op onmogelijke plaatsen (bijvoorbeeld op tekeningen);
	Ver.2. Eisen weergegeven in informatieve documenten;
Eén van de 'eisen aan eisen' is dat eisen controleerbaar dienen te worden vastgelegd. Dit betekent dat bij het vastleggen van een eis moet worden nagedacht over de verificatiemethode (§2.1.4)	Ver.3. Degene die het verificatieplan opstelt is niet betrokken bij de verificatie zelf (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.);
	Ver.4. Tijdens ontwikkeling eisenspecificatie te weinig aandacht voor verificatiemethode;
Bij verificatie wordt gekeken of het systeem voldoet aan de vastgelegde eisen, het is dus essentieel voor de terugkoppeling van opdrachtnemer naar opdrachtgever (§2.1.3)	Ver.5. Afleiden eisen komt terecht bij werknemers die verificatie alleen dienen uit te voeren;
	Ver.6. De verificatie wordt vaak uitgevoerd door werknemers die het als overhead zien;
	Ver.7. Onder tijdsdruk wordt besloten om alleen belangrijkste eisen te verifiëren (J. Boers op persoonlijke titel, Bijlage C.11.);

Verificatie kan gezien worden als onderdeel van validatie (§2.1.3). Het is aan de opdrachtnemer om aan te tonen dat het systeem het juiste systeem is (validatie), en dat het systeem juist gebouwd wordt (verificatie)	Ver.8. SE door ON ten onrechte gezien als 'slechts' verificatiemanagement;
In de CM-strategie wordt de manier van informatieopslag vastgelegd, die gedurende het hele project wordt gehandhaafd (§2.2.1). Een internetdatabase is daarin ideaal, omdat die voor iedereen vanaf elke locatie raadpleegbaar is.	Ver.9. Er wordt voor verificatie geen gebruik gemaakt van databases in een internetomgeving; Ver.10. Verliezen van koppelingen door kopiëren gegevens (geïsoleerde implementatie).

Valideren van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.1: Het definiëren van klanteisen, §2.1.3: Het valideren van de eisenset en §2.3: Informatie-uitwisseling en Communicatie (IUC).

Literatuur	Praktijkstelling
Het systeem dient te doen wat de OG ervan verwacht. Daarvoor moeten OG en ON elkaar wel begrijpen. Dit is niet vanzelfsprekend en wordt verwoord door het schommelprobleem (§2.1.3)	Val.1. Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen (De Ruijter et al., 2010); Val.2. Bij ontbreken eenduidig beeld, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;
Bij validatie wordt o.m. gekeken of een eis <i>uitvoerbaar</i> , <i>ondubbelzinnig</i> , en <i>compleet</i> is, zo niet dan wordt hij afgeleid of geherformuleerd (§2.1.3)	Val.3. Niet SMART-eis ondervangen door herformulering, of afleiden eisen, dit gebeurt te weinig;
De meest effectieve manier van werken is om klanten, stakeholders en eindgebruikers bij de validatie te betrekken (§2.1.3)	Val.4. Afgeleide eisen worden niet voorgelegd aan opdrachtgever (P. Remmerswaal op persoonlijke titel, zie Bijlage C.9.; R. Bosch op persoonlijke titel, zie Bijlage C.1.);
Wanneer iedere stakeholder in het bouwproces dezelfde taal zou spreken zou het een stuk eenvoudiger zijn om informatie over te brengen, want de zender en ontvanger verstaan elkaar (§2.3)	Val.5. Taalprobleem: opdrachtnemer spreekt 'technische' taal en opdrachtgever 'normale' taal;
Achterhalen van door klant gewenste functies vergroot de waarschijnlijkheid dat het juiste systeem, de juiste objecten, worden gebouwd. Dit een vorm van valideren (§2.1.1)	Val.6. Functies en objecten niet gekoppeld, onmogelijk om ontwerp aan klantbehoefte te valideren.

Goedkeuren van eisen

De bijbehorende literatuur is beschreven in §2.1.3: Het valideren van de eisenset, §2.1.4: Het verifiëren van de eisen, §2.2.3: Het bijhouden en implementeren van nieuwe informatie over configuraties (wijzigingen), §2.2.4: Het overbrengen van de gecontroleerde nieuwste status (status accounting).

Literatuur	Praktijkstelling
Elke gedetecteerde fout in de ontwikkelfase van een systeem bespaart een substantiële hoeveelheid tijd en kosten (§2.1.3). Tijd, geld en kwaliteit worden opgenomen in risico-omschrijving van een eis (§2.1.4)	Goe.1. Eisen met betrekking tot factoren tijd, geld en kwaliteit worden in een vroeg stadium voorlopig goedgekeurd, in een later stadium blijkt dat het project onderschat is op alle factoren;

De nieuwste status van het systeem en zijn eisen dient te worden voorgelegd aan het projectmanagement en andere belanghebbenden (§2.2.4).	Goe.2. Nieuwste versies van eisen zijn niet direct voor alle belanghebbenden beschikbaar;
Wijzigingen die effect hebben op de kosten, tijd of kwaliteit van het systeem moeten altijd worden voorgelegd aan de klant (§2.2.3)	Goe.3. Elementaire beslissingen en goedkeuring daarvan vindt plaats op te lage managementniveaus (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.), reden daarvoor is dat de beschikbare tijd erg krap is;
	Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren (T. Daverveld op persoonlijke titel, Bijlage C.4.);
	Goe.5. Publieke opdrachtgever besteedt steeds meer uit, kan opdrachtnemer daardoor niet meer bij de hand nemen (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C.5.);
	Goe.6. Publieke opdrachtgever kan zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten (B. van Duijnhoven op persoonlijke titel, Bijlage C..).

E. Bijlage: Resultaten SE-20 enquête 1

De 49 stellingen die zijn voortgekomen uit de projecten en interviews met projectbetrokkenen (hoofdstuk 4) zijn in enquêtevorm voorgelegd aan de SE20. De SE20 is de groep van SE-specialisten binnen Royal Haskoning. Achttien respondenten hebben de enquête ingevuld. Elke stelling konden de respondenten beantwoorden met eens, neutraal, oneens of geen mening/stelling onduidelijk. Daarnaast bestond de mogelijkheid bij elke stelling om commentaar te geven. Hier is door de respondenten veel gebruik van gemaakt.

Op de eerstvolgende pagina volgt het model van de enquête

Op de pagina's erna worden de resultaten van de enquête per stelling samengevat.

Stellingen	(kijk eventueel naar hoofdstuk 4 in het onderzoeksverslag voor onderbouwing van de stellingen, die in hoofdstuk 4 zijn genummerd zoals hieronder)	EENS	NEUTRAAL	ONEENS	GEEN MENING/ ONDUIDE LIJKE STELLIN G	OPMER KINGEN
Toevoegen van eisen						
Toe.1.	Grondig voorwerk door de opdrachtgever vóór de eerste ontmoeting met de ontwerper ontbreekt vaak, daardoor ontstaat wederzijds onbegrip;					
Toe.2.	Een 'goede' eisenontwikkelingsmethode bestaat niet. Dat wil zeggen, wat voor het ene project 'goed' is, is niet zondermeer toepasbaar in een ander project;					
Toe.3.	Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de oplossingsvrijheid vergroot;					
Toe.4.	Eisen moeten niet geforceerd functioneel beschreven worden: dit zorgt voor schijn ontwerpervrijheid;					
Toe.5.	Functionele - en aspecteisen worden met elkaar verward;					
Toe.6.	Verschillende eisen die bij elkaar horen worden in één eis gestopt;					
Toe.7.	Eisenlijsten zijn vaak lange lijsten die, bij wijze van spreken, alleen voor de maker leesbaar zijn;					
Toe.8.	Afleiden van eisen door aannemers wordt onterecht als prestatiedruk verhogend gezien;					
Toe.9.	Opdrachtgevers nemen te weinig tijd om, door aannemer afgeleide, eisen te bespreken.					
Wijzigen van eisen						
Wij.1.	Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich vooral verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden. Dit remt de systeembenadering;					
Wij.2.	Opdrachtgever neemt weinig tijd voor behandeling van wijzigingen/vragen;					
Wij.3.	Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;					
Wij.4.	Ondanks een 'uitstekende' vraagspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussentijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden;					
Wij.5.	Omvangrijk informeel revisieproces (telefonisch, email), dit wordt nauwelijks gedocumenteerd;					
Wij.6.	Gemaakte 'fouten' worden wel opgelost, maar niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;					
Wij.7.	Revisiebeheer legt grote administratieve druk op werknemers;					
Wij.8.	ICT wordt onvoldoende benut om revisiebeheer te verbeteren;					
Wij.9.	Een VTW wordt alleen ingediend bij contractuele wijzigingen. Kleine wijziging worden niet vastgelegd in databases die voor iedere belangrijke projectbetrokkene inzichtelijk is;					
Wij.10.	Een VTW wordt pas ingediend nadat inhoud tussen OG en ON is gekneed;					
Wij.11.	VTW-procedure wordt door aannemers als onnodig ingewikkeld beoordeeld.					
Traceren van eisen						
Tra.1.	Bij wijziging van een eis worden de voorgaande versies van de eis vaak niet bewaard;					
Tra.2.	Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;					
Tra.3a.	In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;					
Tra.3b.	Ontwerpbeslissingen worden überhaupt niet vastgelegd;					
Tra.4.	Eisenummering met niveaus (1.1, 1.1.4, etc) is niet goed voor de traceerbaarheid;					
Tra.5.	Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, in plaats van een afdeling of natuurlijk persoon. Dit kan voor verwarring zorgen; (Zie ook "Goe.4.")					
Tra.6.	Koppelen van gegevens (functies, objecten, modellen, etc.) wordt in praktijk nauwelijks toegepast;					
Tra.7.	Leveranciers van applicaties volgen de fragmentarische aanpak van de bouwsector.					
Verifiëren van eisen						
Ver.1.	Eisen worden vastgelegd op onmogelijke plaatsen (bijvoorbeeld ergens op een tekening);					
Ver.2.	Voor harde eisen wordt regelmatig verwezen naar informatieve documenten;					
Ver.3.	Degene die het verificatieplan opstelt is vaak niet betrokken bij de verificatie zelf;					
Ver.4.	Eisen worden op een te hoog abstractieniveau geplaatst, en zijn hierdoor onhandelbaar voor verificatie-uitvoerders;					
Ver.5.	Afleiden eisen komt terecht bij werknemers die verificatie alleen dienen uit te voeren;					
Ver.6.	De verificatie wordt vaak uitgevoerd door werknemers die het als overhead zien;					
Ver.7.	Onder tijdsdruk wordt soms besloten om alleen belangrijkste eisen te verifiëren;					
Ver.8.	SE door aannemers ten onrechte gezien als 'slechts' verificatiemanagement;					
Ver.9.	Er wordt voor verificatie geen gebruik gemaakt van databases in een internetomgeving;					
Ver.10.	Koppelingen die een opdrachtgever in een database maakt raken verloren wanneer aannemers gegevens kopiëren naar hun eigen digitale omgeving (geïsoleerde implementatie).					
Valideren van eisen						
Val.1.	Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen;					
Val.2.	Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;					
Val.3.	Niet SMART-eisen kunnen worden ondervangen door (1) herformulering of (2) door eisen af te leiden. Beide manieren worden in praktijk te weinig ingezet;					
Val.4.	Afgeleide eisen worden door aannemers meestal niet voorgelegd aan opdrachtgever;					
Val.5.	Taalprobleem: aannemer spreekt 'technische' taal en opdrachtgever 'normale' taal;					
Val.6.	Functies en objecten worden niet gekoppeld, daardoor is het onmogelijk om een ontwerp aan de klantbehoefte te valideren.					
Goedkeuren van eisen						
Goe.1.	Eisen met betrekking tot de factoren tijd, geld en kwaliteit worden in een té vroeg stadium voorlopig goedgekeurd en in een later stadium blijkt vervolgens dat een project onderschat is op alle factoren;					
Goe.2.	Nieuwste versies van eisen zijn niet direct voor alle belanghebbenden beschikbaar;					
Goe.3.	Elementaire beslissingen en goedkeuring daarvan vindt plaats op te lage managementniveaus, reden daarvoor is dat de beschikbare tijd erg krap is;					
Goe.4.	Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren; (Zie ook "Tra.5.")					
Goe.5.	Publieke opdrachtgevers besteden steeds meer uit, waardoor opdrachtgevers de aannemers niet meer bij de hand kunnen nemen;					
Goe.6.	Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.					

Toevoegen van eisen

Toe.1. Grondig voorwerk door de opdrachtgever vóór de eerste ontmoeting met de ontwerper ontbreekt vaak, daardoor ontstaat wederzijds onbegrip;	Eens	Neutraal	Oneens	Geen mening/ onduidelijke stelling
	4	8	2	4

De meeste respondenten zijn het gedeeltelijk eens met deze stelling. Er wordt aangegeven dat het inderdaad voorkomt dat de opdrachtgever zich niet goed voorbereidt. In de meeste gevallen kent de opdrachtgever zijn werk, maar wordt hij aangesproken in de verkeerde taal.

Toe.2. Een 'goede' eisenontwikkelingsmethode bestaat niet. Dat wil zeggen, wat voor het ene project 'goed' is, is niet zondermeer toepasbaar in een ander project;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	9	6	3	0

De meeste respondenten zijn het eens met deze stelling. De tegenstanders geven aan dat het wel mogelijk is om een systematische methode te ontwikkelen. Voorstanders geven aan dat het een creatief proces is en bijna altijd per project wordt gekeken wat de beste methode is.

Toe.3. Mensen vinden functiedenken moeilijk, terwijl dit de oplossingsvrijheid vergroot;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	12	5	1	0

Een groot deel van de respondenten is het eens met deze stelling. Respondenten geven aan dat er begeleiding nodig is om mensen in functies te laten denken en dat mensen standaard in oplossingen denken en die oplossing niet los kunnen laten.

Toe.4. Eisen moeten niet geforceerd functioneel beschreven worden: dit zorgt voor schijn ontwerprijheid;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	16	1	1	0

Bijna alle respondenten zijn het eens met deze stelling. De enige tegenstander geeft aan dat functionele eisen noodzakelijk zijn voor de validatie van een systeem. Dit klopt uiteraard, maar functioneel schrijven moet niet ten koste van alles gaan. Dan schiet je het doel van de eisenspecificatie voorbij. Een respondent geeft aan dat er meerdere categorieën eisen zijn en dat het dus mogelijk is om in één categorie meer functioneel te beschrijven en in de andere categorie minder.

Toe.5. Functionele - en aspecteisen worden met elkaar verward;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	13	3	1	1

De meeste respondenten geven aan dat dit voorkomt, maar geven tegelijkertijd aan dat zij het verschil zelf ook niet altijd zien. Soms is het moeilijk aan te geven waar een eis onder valt.

Toe.6. Verschillende eisen die bij elkaar horen worden in één eis gestopt;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	7	3	1

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Er wordt aangegeven dat dit inderdaad voorkomt en dat dit een probleem is. Eisenopstellers dienen daarvoor de "eisen aan eisen" te raadplegen.

Toe.7. Eisenlijsten zijn vaak lange lijsten die, bij wijze van spreken, alleen voor de maker leesbaar zijn;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
---	-------------	-----------------	----------------	--------------

	8	5	5	0
--	---	---	---	---

De respondenten reageren verdeeld op deze stelling. Respondenten die het eens zijn met de stelling geven aan dat het vaak taaie teksten zijn. De hiërarchie is volgens hen vaak moeilijk te achterhalen en eisen lijken daardoor even belangrijk. Respondenten die het oneens zijn zeggen dat gebruikers door zichzelf in te lezen vaak vanzelf de eisenspecificatie begrijpen.

Toe.8. Afleiden van eisen door opdrachtnemers wordt onterecht als prestatiedruk verhogend gezien;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	2	8	4	4

De respondenten zijn verdeeld over deze stelling. Ze geven aan dat de stelling ontkennend is en daardoor niet goed voor een enquête. Een respondent geeft aan dat opdrachtnemers het afleiden van eisen niet nodig vinden. Een ander zegt dat het wel prestatiedrukverhogend is, maar dat dit juist zorgt voor een beter systeem. Het kan het werkproces zelfs vereenvoudigen en versnellen.

Toe.9. Opdrachtgevers nemen te weinig tijd om, door opdrachtnemer afgeleide, eisen te bespreken.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	5	0	6

Respondenten geven aan dat deze stelling niet goed is, want veralgemeniseerd. Er bestaan opdrachtgevers die er te weinig tijd voor nemen, maar dat doen ze niet allemaal. Opdrachtgevers willen soms geen goedkeuring te geven omdat ze vinden dat ze dan verantwoordelijkheid terugnemen van de opdrachtnemer.

Wijzigen van eisen

Wij.1. Iedere partij denkt vanuit eigen contractuele kaders en voelt zich vooral verantwoordelijk voor de eigen werkzaamheden. Dit remt de systeembenadering;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	7	0	1

De respondenten zijn het (gedeeltelijk) eens met deze stelling, maar zien het ook als een logisch gevolg van het contract. Je bent immers verantwoordelijk voor je eigen werk. Voor de systeembenadering is het echter nodig om over die grenzen heen te kijken. Het is de taak van de SE'er om ervoor te zorgen dat de verschillende delen samenvallen. Maar er moet wel de wil zijn bij de verschillende partijen.

Wij.2. Opdrachtgever neemt weinig tijd voor behandeling van wijzigingen/vragen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	3	5	6	4

De stelling is te algemeen, want niet elke opdrachtgever is gelijk. Daarnaast is de stelling niet SMART, want wat is "weinig tijd". De respondenten zijn dan ook verdeeld over deze stelling.

Wij.3. Wijzigingen worden niet direct gecommuniceerd en vastgelegd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	3	0

Deze stelling is te algemeen, scheelt wederom per project en met welke partijen er wordt samengewerkt. Het gebruik van tools zoals Relatics kan hierbij helpen.

Wij.4. Ondanks een 'uitstekende' eisenspecificatie, is de kans op een onsuccesvol eindproduct groot als tussentijdse wijzigingen en vragen niet behandeld worden;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	6	0	2

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Het is een open deur. Een goede start is immers geen goede finish.

Wij.5. Omvangrijk informeel revisieproces (telefonisch, email), dit wordt nauwelijks gedocumenteerd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	9	6	1	2

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Informele afspraken moeten beter worden vastgelegd. Het is vooral belangrijk om de motivatie van de wijziging en het besluit vast te leggen. Een respondent vindt dat er sowieso te weinig wordt vastgelegd een tegenstander vindt echter dat men moet uitkijken om niet teveel vast te willen leggen.

Wij.6. Gemaakte 'fouten' worden wel opgelost, maar niet vastgelegd, daardoor geen bedrijfsbreed leerproces;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	11	6	0	1

De meeste respondenten zien dit inderdaad als een knelpunt. Dit is echter niet specifiek een SE probleem, maar speelt dit in elke organisatie. Er vindt geen kruisbestuiving van ervaringen plaats. Respondenten vragen zich wel af waar dit moet worden vastgelegd, en hoe mensen met een bepaald probleem er achter komen dat een soortgelijk probleem al eens eerder is opgelost. Vastleggen is niet direct de oplossing.

Wij.7. Revisiebeheer legt grote administratieve druk op werknemers;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	8	4	5	1

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. De meesten geven aan dat het inderdaad administratieve druk oplevert, maar dat dit nodig is om het werk systematisch uit te voeren en de stappen inzichtelijk te maken. Het hoort bij het proces. Een respondent geeft aan dat een webbased tool de administratieve druk vermindert.

Wij.8. ICT wordt onvoldoende benut om revisiebeheer te verbeteren;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	9	5	2	2

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling, maar de reden waarom is verschillend. Sommigen geven de schuld aan de ICT en geven aan dat de systemen ongeschikt zijn en dat het moeilijk is om een ICT oplossing te vinden die voor elk project kan worden ingezet. Anderen zeggen dat de gebruiker niet goed omgaat met bestaande ICT oplossingen.

Wij.9. Een VTW wordt alleen ingediend bij contractuele wijzigingen. Kleine wijziging worden niet vastgelegd in databases die voor iedere belangrijke projectbetrokkene inzichtelijk is;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	8	3	4	3

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. Het is ook per project verschillend.

Wij.10. Een VTW wordt pas ingediend nadat inhoud tussen OG en ON is gekneed;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	8	3	3	4

De meningen over deze stelling zijn verschillend.

Wij.11. VTW-procedure wordt door opdrachtnemers als onnodig ingewikkeld beoordeeld.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	3	5	3	7

Deze stelling is generaliserend. Een groot aantal respondenten geeft ook aan dat ze hier niet over kunnen oordelen.

Traceren van eisen

Tra.1. Bij wijziging van een eis worden de voorgaande versies van de eis vaak niet bewaard;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	3	8	7	0

De meeste respondenten zijn het oneens of gedeeltelijk oneens met deze stelling. De oudere versies worden volgens de meeste respondenten wel bewaard. Een probleem is echter wel de traceerbaarheid en de versieopvolging van een eis, die vaak ondoorgrondelijk zijn.

Tra.2. Bij een eis wordt niet aangegeven 'waarom' eis is vastgesteld of gewijzigd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	3	0

Een groot deel van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling en geeft aan dat het beter zou moeten. De optie om het 'waarom' vast te leggen bestaat, alleen wordt het meestal niet consequent uitgevoerd.

Tra.3a. In een later stadium wanneer de werknemers zijn doorgeschoven naar nieuwe projecten, zal het moeilijk zijn om oude ontwerpbeslissingen terug te halen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	11	5	1	1

Een groot deel van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Dit moet beter. Een respondent geeft aan dat het daarom belangrijk is de bron vast te leggen

Tra.3b. Ontwerpbeslissingen worden überhaupt niet vastgelegd;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	0	8	10	0

De respondenten zijn het niet eens met deze stelling. De respondenten geven aan dat ontwerpbeslissingen wel degelijk worden vastgelegd. Wel wordt aangegeven dat dit voor grote ontwerpbeslissingen meer vanzelfsprekend is dan voor kleine ontwerpbeslissingen.

Tra.4. Eisenummering met niveaus (1.1, 1.1.4, etc) is niet goed voor de traceerbaarheid	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	1	8	4

De stelling is ontkennend. De meningen over deze stelling zijn verdeeld, maar de meeste respondenten zijn het er niet mee eens. De meeste respondenten hebben een persoonlijke voorkeur, hetzij voor eisenummering op meerdere niveaus, hetzij voor volgnummering. Het zal dus niet zover komen dat er één manier van nummeren komt. Dat hoeft geen probleem te zijn, als de eisenopstellers en –gebruikers, maar consequent op dezelfde manier werken.

Tra.5. Als eisinitiator wordt vaak een compleet bedrijf of instantie genoemd, in plaats van een afdeling of natuurlijk persoon. Dit kan voor verwarring zorgen; (Zie ook "Goe.4.")	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	0	3

De meeste respondenten zijn het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. De afkomst van eisen wordt volgens een respondent zelden goed aangegeven. Ze zijn het ermee eens dat hoe specifiek de initiator wordt benoemd, hoe beter dit is. Aan de andere kant geeft een respondent aan, dat de privacy van de persoon die namens een bedrijf handelt wel gewaarborgd moet worden.

Tra.6. Koppelen van gegevens (functies, objecten, modellen, etc.) wordt in praktijk nauwelijks toegepast;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	4	4	10	0

Het grootste deel van respondenten is het oneens of gedeeltelijk oneens met deze stelling. De respondenten die het oneens zijn met de stelling geven aan dat zij het zelf constant toepassen. Respondenten die het eens zijn met de stelling geven aan dat vooral de functies vaak niet gekoppeld worden aan de daaropvolgende stappen (objecten, eisen, etc.).

Tra.7. Leveranciers van applicaties volgen de fragmentarische aanpak van de bouwsector.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	2	2	9

Deze stelling is bij de veel respondenten niet duidelijk en zal daarom niet worden meegenomen in dit onderzoek.

Verifiëren van eisen

Ver.1. Eisen worden vastgelegd op onmogelijke plaatsen (bijvoorbeeld ergens op een tekening);	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	4	4	7	3

De meningen zijn verdeeld, maar een meerderheid is het oneens met de stelling. Respondenten geven aan dat een tekening soms meer zegt dan duizend woorden. Het moet echter niet zo zijn dat een complete tekening als eis wordt bestempeld.

Ver.2. Voor harde eisen wordt regelmatig verwezen naar informatieve documenten;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	2	4	5

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. Volgens een respondent is niet het probleem dat naar informatieve documenten wordt verwezen voor harde eisen, maar juist dat wordt verwezen naar bindende documenten en dat zonder toelichting of prioritering.

Ver.3. Degene die het verificatieplan opstelt is vaak niet betrokken bij de verificatie zelf;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	3	6	4

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. Respondenten die het oneens zijn met de stelling geven aan dat het in hun projecten wel het geval is dat de schrijver van het plan ook bij de uitvoering betrokken is. Bij het project Stadsbrug Nijmegen wordt het plan bijvoorbeeld geschreven door de ontwerpleiders in samenspraak met de SE-coördinator.

Ver.4. Er wordt tijdens de ontwikkeling van de eisenspecificatie te weinig aandacht besteed aan de verificatiemethode;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	5	7	1

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. Respondenten die het oneens zijn met de stelling, zeggen dat een abstracte eis ook op een abstract niveau wordt geverifieerd en dat dit de taak van de opdrachtnemer is. Respondenten die het eens zijn met de stelling melden dat een (globale) verificatiemethode indien mogelijk altijd moet worden bedacht door de opdrachtgever.

Ver.5. Afleiden eisen komt terecht bij werknemers die verificatie alleen dienen uit te voeren;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS

	3	5	4	6
--	---	---	---	---

Er zijn veel respondenten die de stelling onduidelijk vinden. Respondenten geven aan dat het juist goed is om ontwerpers, en andere verificatie-uitvoerders, mee te laten denken over de afgeleide eisen en verificatiemethode. Hierdoor zullen eisen eerder SMART beschreven worden, omdat de uitvoerders meer verstand hebben over de vraag of een eis praktisch mogelijk is. Het zijn dus juist de specialisten die afgeleide eisen zouden moeten opstellen. De SE'er kan dan helpen om de eis SMART te maken of beter te formuleren.

Ver.6. De verificatie wordt vaak uitgevoerd door werknemers die het als overhead zien;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	3	4	4

De respondenten verschillen van mening over deze stelling. Een kleine meerderheid is het eens of gedeeltelijk eens met de stelling. Verificatie wordt vaak beschouwd als administratie en administratie is nooit leuk. Het is echter wel noodzakelijk.

Ver.7. Onder tijdsdruk wordt soms besloten om alleen belangrijkste eisen te verifiëren;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	4	3	8	3

De respondenten zijn verdeeld, maar een kleine meerderheid is het oneens met deze stelling. Veel respondenten geven aan dat ze dit in hun projecten nog niet meegemaakt hebben. Wat volgens een respondent weleens ontbreekt is een test mastplan, waarin moet worden aangegeven hoe bepaalde onderdelen getest worden.

Ver.8. SE door opdrachtnemers ten onrechte gezien als 'slechts' verificatiemanagement;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	4	6	4	4

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. Opdrachtnemers bevinden zich net als de andere partijen in een leertraject en de ene opdrachtnemer is verder in het leertraject dan de andere opdrachtnemer.

Ver.9. Er wordt voor verificatie geen gebruik gemaakt van databases in een internetomgeving;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	4	3	4

De meningen over deze stelling zijn verdeeld, maar een kleine meerderheid is het eens met de stelling. In het ene project wordt wel een internetdatabase toegepast en in het andere project niet. Een respondent geeft aan dat het handig zou zijn als meer gebruik zou worden gemaakt van databases in een internetomgeving, maar daarover is niet iedereen het eens.

Ver.10. Koppelingen die een opdrachtgever in een database maakt raken verloren wanneer opdrachtnemers gegevens kopiëren naar hun eigen digitale omgeving (geïsoleerde implementatie).	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	2	3	6

Deze stelling wordt door veel respondenten niet begrepen. De respondenten die de stelling wel begrepen zijn het over het algemeen eens met de stelling en geven aan dat het voorkomt dat opdrachtnemers de eisen van een database met koppelingen wordt gekopieerd naar Excel, waardoor koppelingen verdwijnen en uit het oog worden verloren. Dit wordt, volgens een respondent, onder andere veroorzaakt doordat er geen ICT-oplossing bestaat waar de hele sector (opdrachtgever en opdrachtnemer) zijn gegevens in kwijt kan.

Valideren van eisen

Val.1. Betrokken partijen hebben geen eenduidig beeld bij de eisen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	5	1	2

Een meerderheid van de respondenten is het eens of gedeeltelijk eens met de stelling. De opdrachtgever heeft vaak zijn wensen wel voor ogen, maar niet de implicaties daarvan. Bij de start van een project is de investering in het goed doorspreken van eisen dan ook zeer de moeite waard. Deze investering verdient zich gedurende het project dubbel terug, omdat er gedurende het project minder geïnvesteerd hoeft te worden in aanpassingen en verbeteringen. Gedurende het project kost een aanpassing ook veel meer geld en tijd.

Val.2. Wanneer een eenduidig beeld ontbreekt, zal het moeite kosten om gewenste systeem te ontwerpen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	13	1	2	2

Een grote meerderheid van de respondenten is het eens met deze stelling. Deze stelling is het gevolg van "Val.1". Dit heeft volgens een van de respondenten te maken met verwachting en interpretatie. Zoals hierboven aangegeven zou er dus meer moeten worden geïnvesteerd in het op één lijn krijgen van de wens en de praktische invulling die mogelijk is.

Val.3. Niet SMART-eisen kunnen worden ondervangen door (1) herformulering of (2) door eisen af te leiden. Beide manieren worden in praktijk te weinig ingezet;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	5	4	2

Deze stelling bevat eigenlijk twee stellingen en wordt daarom verkeerd geïnterpreteerd door de respondenten. De helft geeft antwoord op het eerste deel, de andere helft op het tweede deel. De geldigheid van deze stelling vervalt daardoor.

Val.4. Afgeleide eisen worden door opdrachtnemers meestal niet voorgelegd aan opdrachtgever;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	2	7	7	2

De meerderheid van de respondenten is het oneens of gedeeltelijk oneens met deze stelling. De meerderheid zegt dat opdrachtnemers hun eisen wel degelijk voorleggen. Daarmee wordt aangetoond dat de opdrachtnemer de eisen begrijpt. Een respondent geeft zelfs aan dat de afgeleide eisen teveel worden voorgelegd aan de opdrachtgever. En de opdrachtnemer daarmee een te afwachtende houding aanneemt.

Val.5. Taalprobleem: opdrachtnemer spreekt 'technische' taal en opdrachtgever 'normale' taal;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	5	4	5	4

De meningen over deze stelling zijn verdeeld. De respondenten die het eens zijn met de stelling merken op dat er inderdaad een taalverschil, maar dat dit geen probleem hoeft te zijn, zolang men de wil heeft om naar elkaar toe te groeien. Volgens een respondent is het de taak van het ingenieursbureau om meer de taal van de opdrachtgever te leren spreken, waardoor er eerder overeenstemming kan ontstaan tussen het probleem en de oplossing.

Val.6. Functies en objecten worden niet gekoppeld, daardoor is het onmogelijk om een ontwerp aan de klantbehoefte te valideren.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	2	5	6	5

Een meerderheid van de respondenten is het oneens met deze stelling. Deze stelling bevat ook twee stellingen. Een respondent geeft aan dat valideren onzin is voor civiele projecten. Een ander geeft aan dat er meer mogelijkheden zijn om te valideren. Een derde geeft aan dat functies worden vertaald in functionele eisen en dat die eisen wel gekoppeld worden aan objecten.

Goedkeuren van eisen

Goe.1. Eisen met betrekking tot de factoren tijd, geld en kwaliteit worden in een té vroeg stadium voorlopig goedgekeurd en in een later stadium blijkt vervolgens dat een project onderschat is op alle factoren;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	4	1	3	10

Deze stelling wordt door de meeste respondenten als onduidelijk betiteld. De oorzaak hiervan is dat de stelling een erg hoge informatiedichtheid heeft en daarnaast generaliseert de stelling. Deze stelling wordt om voorgaande redenen niet meegenomen in het onderzoek.

Goe.2. Nieuwste versies van eisen zijn niet direct voor alle belanghebbenden beschikbaar;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	7	5	5	1

Een kleine meerderheid is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Het gaat met name om beschikbaarheid van vigerende eisen, ofwel eisen die op dat moment van kracht zijn (hoe gaat men om met baselines). Goede SE-tools voor het bekendmaken van vigerende eisen ontbreken. Als een eis ook invloed heeft op een andere projectbetrokkene kan dit in de huidige systematiek over het hoofd worden gezien, en kan dit in een vergevorderd stadium pas boven tafel komen. Een wijziging kan dan veel tijd en geld kosten. Respondenten die het oneens zijn met de stelling werken in hun projecten al met een gezamenlijke database. Het is dus zeer afhankelijk van de manier van werken van opdrachtgever en opdrachtnemer.

Goe.3. Elementaire beslissingen en goedkeuring daarvan vindt plaats op te lage managementniveaus, reden daarvoor is dat de beschikbare tijd erg krap is;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	2	4	5	7

Deze stelling is voor veel respondenten onduidelijk. Van de overige respondenten is de meerderheid het oneens met de stelling. Het is, volgens de respondenten, afhankelijk van de deelnemende partijen in het project wie de beslissingsautoriteit is. Maar in de meeste gevallen gaat de goedkeuring altijd via de contractmanager van de opdrachtgever.

Goe.4. Publieke opdrachtgevers hebben geen eenduidig standpunt, ze bestaan uit meerdere diensten, die als 'eilanden' opereren; (Zie ook "Tra.5.")	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	13	2	1	2

Een grote meerderheid van de respondenten is het eens met deze stelling. De verschillende diensten zien zichzelf, volgens een respondent ook als een aparte stakeholder. De conflicten zijn dan het probleem van de opdrachtnemer. De enige respondent die het oneens is met de stelling, geeft aan dat dit probleem niet te voorkomen is.

Goe.5. Publieke opdrachtgevers besteden steeds meer uit, waardoor opdrachtgevers de opdrachtnemers niet meer bij de hand kunnen nemen;	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	8	2	4	4

Een kleine meerderheid is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Zij geven aan dat deskundigheid steeds meer moet worden ingehuurd. Een respondent geeft aan dat Royal Haskoning de opdrachtnemer, namens de opdrachtgever, bij de hand kan nemen. Het zou dus kunnen uitwerken als

een positieve verandering voor ingenieurbureaus. Het doel van geïntegreerde contracten is, volgens een respondent, juist dat de opdrachtnemers de opdrachtgevers bij de hand nemen.

Goe.6. Publieke opdrachtgevers kunnen zelf geen technische beslissingen meer nemen, door gebrek aan eigen specialisten.	Eens	Neutraal	On-eens	GM/OS
	10	7	0	1

Een grote meerderheid is het eens of gedeeltelijk eens met deze stelling. Het valt volgens een aantal respondenten nu nog mee, maar de verwachting is wel dat het probleem van het gebrek aan technische specialisten bij de opdrachtgever in de toekomst steeds meer voor gaat komen. Ook hier geeft een respondent aan dat dit een kans biedt voor ingenieurbureaus zoals Royal Haskoning. Deze taak kan ook door opdrachtnemers worden ingevuld.

F. Bijlage: Enquête 2

Na het behandelen van de oplossingen is een expertmeeting georganiseerd waarin de oplossingen zijn besproken. Aan de hand van een enquêteformulier is vervolgens een stemming gehouden om te kijken naar het draagvlak binnen de organisatie voor de aangedragen oplossingen. Hieronder volgt het model van de enquête. De resultaten worden besproken in hoofdstuk 6.

5. Verbeteringen en (mogelijke) oplossingen

(klik op de oplossingen om de achterliggende gedachte te lezen)

Goede Oplossing Slechte Geen Opmerki
oplossing kan beter oplossing mening ngen

5.1. Toevoegen van eisen

5.1.1. De SE-deskundige dient de opdrachtgever en stakeholders stimuleren bij het uiten van hun wensen door prikkelende vragen te stellen [Toe.1 en Toe.3]					
5.1.2a. SE-Lite dient te worden toegepast in het totstandkomingsproces van de vraagspecificatie [Toe.1,Toe.2,Toe.3,Toe.4 en Toe.5]					
5.1.2b. SE-Lite dient ook te worden toegepast in het totstandkomingsproces van het ontwerp door de aannemer [Toe.1,Toe.2,Toe.3,Toe.4 en Toe.5]					
5.1.3. Bij het samenstellen van een vraagspecificatie dient een duidelijke structuur gebruikt te worden, omdat hij leesbaar moet zijn voor de projectbetrokkenen, bijvoorbeeld door eisen te vermelden per functie of per object [Toe.5 en Toe.7]					
5.1.4. Multi-eisen (eisen bestaande uit meerdere eisen) dienen fysiek gesplitst worden, in een zogenoemde kapstok (een algemeen geformuleerde hoofdeis) en daaronder verschillende subeisen, zodat de subeisen wel één voor één moeten worden geverifieerd [Toe.6]					
5.1.5. De wens van de opdrachtgever (verwoordt in de vraagspecificatie) dient door de aannemer verder te worden uitgespecificeerd en daarom dienen de afgeleide eisen met de opdrachtgever besproken te worden. Omgekeerd dient de opdrachtgever natuurlijk ook beschikbaar te zijn wanneer de aannemer zijn afgeleide eisen met de opdrachtgever wil bespreken [Toe.8 en Toe.9]					

5.2. Wijzigen van eisen

5.2.1. Mensen uit verschillende vakgebieden dienen gezamenlijk te worden betrokken bij het ontwikkelproces van de eisen. Hierdoor gaan mensen buiten hun eigen contractuele kaders denken en zodoende leren ze van elkaars problemen en lossen deze samen op [Wij.1]					
5.2.2. Wijzigingen dienen op korte termijn in behandeling te worden genomen, zodat het project geen vertraging oploopt. Dit is zowel in het voordeel van de opdrachtgever, omdat die sneller gebruik kan maken van het systeem, als van de opdrachtnemer, omdat die sneller aan de slag kan met een volgend project [Wij.2 en Wij.4]					
5.2.3. Wijzigingen en antwoorden op vragen dienen te worden vastgelegd, omdat dan in een later stadium nog kan worden achterhaald wat er is gewijzigd en waarom [Wij.3, Wij.5, Wij.6 en Wij.7]					
5.2.4. Een eisen/ontwerpbeslissingendatabase dient via internet (web-based) raadpleegbaar te zijn, zodat iedere betrokkene vanuit elke locatie met de nieuwste versies kan werken. Daarbij moet onderscheid gemaakt worden tussen "Bewerkingsbevoegdheid" en "Alleen lezen" [Wij.8]					
5.2.5. De VTW-procedure dient te worden versimpeld en de juridische status dient te worden verlaagd. Het VTW zal dan makkelijker worden ingediend voor kleine wijzigingen. De VTW-procedure dient te worden geïntegreerd in de internetdatabase, waardoor snelheid en zorgvuldigheid van de behandeling worden gestimuleerd [Wij.9, Wij.10, Wij.11]					

5.3. Traceren van eisen

5.3.1. Een intelligente database dient te worden toegepast, waardoor koppelingen eenvoudig kunnen worden aangebracht tussen functies, eisen, objecten en wijzigingen. Hierin kan ook traceerbaar gemaakt worden wie, wanneer, welke beslissingen genomen heeft en waarom [Tra.1, Tra.2, Tra.3, Tra.6 en Tra.7]					
5.3.2. De eisirationale (een combinatie van de eisinitiator, de achterliggende gedachte en ontwerpbeslissingen) dient bij elke essentiële eis te worden vermeld, waardoor de traceerbaarheid wordt vergroot en afhankelijkheid van individuele projectteamleden wordt verkleind [Tra.1, Tra.2, Tra.3 en Tra.5]					
5.3.3. Eisen-volgnummering (001.002.003,eventueel met logische lettercombinatie) dient de voorkeur te hebben boven nummering op meerdere niveaus (1.1.1, 1.1.2, etc) omdat een eis met volgnummer traceerbaar blijft op zijn unieke nummer, dit nummer verandert namelijk niet wanneer een eis op een andere plaats in een boomstructuur komt te staan, in tegenstelling tot nummering op meerdere niveaus. [Tra.4]					

5.4. Verifiëren van eisen

5.4.1. Eisen dienen in eerste instantie in de vraagspecificatie te worden vermeldt, en zijn in deze hoedanigheid ook bindend. Eisen in informatieve documenten en op tekeningen mogen nooit bindend zijn [Ver.1 en Ver.2]					
5.4.2. De ontwerpers en andere uitvoerende SE'ers dienen positief te staan tegenover SE, zodat ze er graag aan meewerken. Hiervoor dienen de voordelen (gestructureerd werken, denkproces met betrokkenheid alle disciplines en minder ingrijpende aanpassingen tijdens fysieke bouw) te worden verduidelijkt en de nadelen (zoals de overkill aan administratieve werkzaamheden) worden aangepakt [Ver.3, Ver.4, Ver.5, Ver.6, Ver.7 en Ver.8]					
5.4.3. Ontwerpen dient zoveel mogelijk in 3D plaats te vinden. Aan 3D-objecten kan intelligentie gehangen worden, waardoor eisen bijvoorbeeld direct aan gemodelleerde objecten gekoppeld en daarna geverifieerd kunnen worden. Ontwerpfouten en raakvlakken worden eerder in het ontwikkelproces onderkend, materiaalverbruik kan nog verder worden teruggedrongen en het eindresultaat kan op een visueel vriendelijke manier aan de opdrachtgever worden getoond [Ver.9 en Ver.10]					

5.5. Valideren van eisen

5.5.1. Een systematische aanpak van het functioneel specificeren dient te worden uitgevoerd, waarmee duidelijk wordt welke functies een bouwwerk dient te vervullen en aan welke eisen deze functies moeten voldoen. De beoogde functionaliteiten en waarden van het bouwwerk kunnen vervolgens op gecontroleerde wijze aan de fysieke objecten worden toegedeeld. [Val.1 en Val.5]					
5.5.2. Interactieve sessies, zoals SE-Lite, dienen te worden georganiseerd met verschillende stakeholders uit het bouwproces. Hierdoor ontstaat meer begrip voor elkaars problemen en kunnen samen oplossingen worden bedacht [Val.2]					
5.5.3. Eisen dienen door aannemers te worden afgeleid, omdat daarmee kan worden aangetoond dat hij aan de hogergelegen, abstracte, "waarden" uit de vraagspecificatie voldoet. De aannemer dient dit aan te tonen aan en te communiceren met de opdrachtgever, omdat het de opdrachtgever is voor wie het systeem gebouwd wordt: wie betaalt, bepaalt [Val.3 en Val.4]					
5.5.4. Functies geven de wens van de klant weer en objecten vervullen deze gewenste functies. Omdat de klant functies van een systeem verlangt, en de aannemer objecten bouwt, dienen functies expliciet aan objecten gekoppeld te worden om een systeem te kunnen valideren [Val.6]					

5.6. Goedkeuren van eisen

5.6.1. Opdrachtgevers en aannemers dienen in de ontwerpfasen beter na te denken over raakvlakken binnen het systeem en tussen het systeem en zijn omgeving, zodat onderschatting vooraf van benodigd(e) tijd, geld en kwaliteit minder vanzelfsprekend is dan nu het geval is in civiele bouwprojecten. Aannemers dienen de "plan-do-check-act"-cyclus niet alleen op papier maar ook in praktijk toe te passen. [Goe.1 en Goe.3]					
5.6.2. Goedkeuring van eisen dient uitgevoerd te worden door een vooraf vastgestelde commissie van projectbetrokkenen. Door de goedkeuring van eisen(wijzigingen) van te voren een strikt tijdsschema mee te geven, en meerdere eisen(wijzigingen) tegelijkertijd te behandelen wordt voorkomen dat de afwikkeling teveel tijd inneemt op het kritische pad van het project. [Goe.2, Goe.3, Goe.4, Goe.5 en Goe.6]					
5.6.3. De Systeem Integrator dient het overzicht te behouden over de uiteenlopende invalshoeken van de verschillende belanghebbenden, en deze met elkaar in contact te brengen om democratische besluiten te nemen. De overheid kan deze rol niet meer invullen, omdat ze willen uitbesteden. In plaats daarvan dient de Systeem Integrator-rol te worden ingevuld door ingenieurs van ingenieursbureaus. De overheid dient daarvoor niet alleen de verantwoordelijkheden, maar ook het beslismandaat te delegeren [Goe.4, Goe.5 en Goe.6]					

