

HET SPECIFICEREN VAN TREIN MATERIEEL

EEN TOEKOMST VISIE VOOR EEN EFFECTIEF PROCES



R.N.J.C. DELLEMIJN



TITEL

Het Specificeren van Trein Materieel
Een Toekomst Visie voor een Effectief Proces

AUTEUR

R.N.J.C. Dellelijn
0041602

STUDIE

Bachelor Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente

BEDRIJF

NS Reizigers (afdeling Materieel)

BEGELEIDERS

Ir. W. Bandsma, Universiteit Twente
drs. J. Veldman, Universiteit Twente
drs. J.J.H.M. Holtzer, NS
ir. A.L.P.J. Michielsen, NS
I. Blair BSc CEng., NS

DATUM

juli 2011

STATUS

Final

MANAGEMENT SAMENVATTING

In dit verslag wordt beschreven hoe een effectief specificatieproces voor nieuw trein materieel moet functioneren. Er is gebleken dat NS op dit moment veel problemen ondervindt bij het specificeren van nieuw materieel. De kwaliteit van de specificatie is onvoldoende. Enerzijds omdat het geen goede weergave is van de interne verwachtingen van nieuw materieel. Anderzijds is de specificatie ook in grote mate ongeschikt voor verificatie en validatie.

De voornaamste oorzaak voor deze problemen ligt in de gekozen coördinatiemechanismen voor specificatieprocessen. Er is te weinig kennis van specificeren en expertise van de ‘werkvloer’ wordt te weinig direct bij het specificatieproces betrokken. Verder is er geen eenduidig vastgelegd proces waardoor vele malen wordt geprobeerd het wiel opnieuw uit te vinden. Als laatste zijn de criteria, die zijn vastgesteld voor het formuleren en toetsen van requirements, onvoldoende. Hierdoor kan de kwaliteit van de specificatie niet gewaarborgd worden.

Er worden oplossingen voorgedragen waarmee tot een effectieve aanpak van het specificeren van nieuw materieel kan worden gekomen. Een aantal van deze oplossingen is onmiddellijk uitvoerbaar en een aantal is uitvoerbaar op een langere termijn. Allereerst worden de onmiddellijk uitvoerbare oplossingen aangegeven.

Ten eerste kunnen medewerkers worden opgeleid in de kennis en kunde van het specificeren. Hiermee neemt de kennis over wat ‘goede’ en ‘foute’ requirements zijn toe, waardoor het aannemelijk is dat zonder strikte kwaliteitscontrole, requirements van hogere kwaliteit zullen zijn. Stel vervolgens strikte criteria op, waar een requirement aan moet voldoen, zodat het ook mogelijk wordt de kwaliteit van requirements eenduidig te toetsen. Ten tweede is het mogelijk werknemers met expertise van de ‘werkvloer’ directer te betrekken bij het specificatieproces. Door ze direct te betrekken neemt de kans op communicatie- of interpretatiefouten af en bereikt de benodigde expertise het specificatieproces onmiddellijk. Hierdoor is het tevens aannemelijk dat de inhoudelijke kwaliteit van een specificatie zal toenemen.

Een ingrijpender voorstel is het splitsen van het materieelproject en het specificatieproces en daarmee een continue lopend specificatieproces in te richten. Hiermee is het mogelijk buiten materieelprojecten al functiebehoeften te formuleren tot requirements. Dit moet de looptijd van materieelprojecten verkorten en NS in staat stellen om sneller en flexibeler op de dynamische omgeving te reageren.

Vervolgens wordt dit gecombineerd met het toepassen van andere coördinatiemechanismen. Het focussen op kennis en vaardigheden van materieel en het specificeren van dat materieel en het standaardiseren van de werkprocessen. Door professionals vanuit de organisatie in zogenaamde ‘Skunk Works’ bij te betrekken (werkgroepen die buiten de lijnhierarchie functioneren) kan effectiever gebruik worden gemaakt van de beschikbare expertise en

informatie binnen de organisatie. Requirements kunnen worden geformuleerd in volledige vrijheid van bestaande ‘heilige huisjes’. Om dit voorstel beheersbaar te houden moet het proces gestandaardiseerd worden met daarin voldoende controlemomenten. Dit zijn zogenaamde ‘stage-gates’ waarmee na elke fase wordt getoetst of deze zijn doorlopen zoals is afgesproken met het gewenste eindresultaat. Hierdoor ontstaat er grote vrijheid en flexibiliteit voor de werkgroepen tijdens de uitvoering van de werkzaamheden, maar is het tegelijkertijd mogelijk na elke fase voortgang te meten en te toetsen en daar waar nodig in te grijpen. Een dergelijk gestandaardiseerd proces creëert transparantie naar de medewerkers toe en geeft duidelijkheid over de verwachte resultaten.

De combinatie van het vergroten van kennis over het specificeren, inbreng van expertise van de ‘werkvloer’ bij het specificatieproces, het splitsen van het materieelproject van het specificatieproces en het standaardiseren van het specificatieproces leiden tot een effectieve specificatie.

Bij de gedane voorstellen komen voordelen en nadelen. Enkele voordelen zijn het betrekken van professionals bij het specificeren van treinmaterieel waardoor kennis en ervaring vanuit de gehele organisatie tot het specificatieproces kan komen en omgekeerd. De uitwisseling van kennis en ervaring zal toenemen. Dit zal niet alleen resulteren in minder communicatiefouten, maar ook voor de keuzes die gemaakt ontstaat een vollediger beeld van de situatie.

De ontkoppeling van het specificatieproces en het materieelproject maakt het specificatieproces flexibeler en zorgt voor een kortere looptijd van materieelprojecten. Ook zijn er enkele uitdagingen. Een specificatieproces zal een langere looptijd hebben dan nu gebruikelijk is bij materieelprojecten. Medewerkers zullen daarom over langere tijd betrokken zijn bij het specificatieproces. Hiervoor zal capaciteit vrij moeten worden gemaakt. Het gebruik van ‘Skunk Works’ vraagt om een cultuuromslag in de organisatie. ‘Skunk Works’ opereren buiten de normale hiërarchische lijnorganisatie. Hiervoor zal acceptatie gecreëerd moeten worden.

Deze inspanningen zullen uiteindelijk leiden tot het voornaamste voordeel van deze nieuwe opzet van het specificatieproces. De kwaliteit van requirements zal significant toenemen. Ook zal de specificatie completer zijn dan bij de huidige aanpak. Dit moet leiden tot kwalitatief hoogwaardige treinen die beter aansluiten bij de verwachtingen vanuit de organisatie.

BELANGRIJKE DEFINITIES BIJ HET LEZEN VAN DIT VERSLAG

Materieelproject: Wanneer er bij NS een noodzaak voor nieuw materieel wordt geconstateerd wordt een materieelproject gestart. Een materieelproject heeft als doel nieuw materieel te bestellen, waarvoor een specificatie, maar ook een contract en instandhoudingsprocessen (bijvoorbeeld voor onderhoud) moeten worden opgesteld.

Specificatieproces: Het opstellen van een specificatie gebeurt door het specificatieproces. Hierin worden behoeften aan het nieuwe materieel vanuit de organisatie verzameld, op correcte wijze geformuleerd en samengevoegd tot één specificatie.

Specificatie: Een specificatie bestaat uit een set aan requirements. Deze set aan requirements geeft aan waar het nieuwe materieel aan moet voldoen. Er kan bijvoorbeeld worden beschreven hoe lang een trein moet zijn of hoeveel passagiers deze moet kunnen vervoeren.

Requirement: Een requirement beschrijft één enkele eis aan het nieuwe materieel. Dit wordt gedaan in een bepaald format en bestaat uit een specifieke content. Een requirement kan functioneel of technisch van aard zijn. Een functionele requirement beschrijft een functie die vervuld moet worden, zonder daar de technische invulling bij voor te schrijven. Er kan bijvoorbeeld geëist worden dat een trein een bepaald aantal reizigers comfortabel moet kunnen vervoeren, inclusief hoe comfortabel gemeten wordt. Het is dan aan de fabrikant om dit technisch in te vullen zodat aan de functionele requirement voldaan wordt. In het geval van een technische requirement kan gesteld worden dat er een aantal stoelen van een bepaald type en fabrikant in de trein moeten zitten.

In bijlage F is een lijst met alle gebruikte afkortingen uit dit verslag te vinden.

INHOUDSOPGAVE

Management samenvatting	3
Belangrijke definities bij het lezen van dit verslag	5
1 Introductie	9
1.1 Aanleiding voor dit onderzoek.....	9
1.2 Onderzoeksvragen.....	10
1.3 Een korte introductie tot de afdeling waar het onderzoek plaats vindt	12
1.4 Onderzoekstrategie en het gebruik van bronmateriaal	12
1.5 Afbakening van het onderzoeksterrein.....	15
1.6 Het resultaat van het onderzoek.....	15
1.7 Conclusie	15
2 Theoretisch kader	17
2.1 Een specificatie en diens functie	17
2.2 De elementen van een specificatieproces	19
2.3 Het bepalen van de effectiviteit van het specificatieproces.....	29
2.4 Conclusie	30
3 Beschrijving van het huidige specificatieproces.....	31
3.1 Inleiding.....	31
3.2 De beschrijving van het informatieontwerp van het IC-S project.....	32
3.3 De beschrijving van het procesontwerp van het IC-S project.....	35
3.4 De beschrijving van het organisatieontwerp van het IC-S project.....	36
3.5 Conclusie	37
4 Evaluatie van het IC-S project	39
4.1 Inleiding.....	39
4.2 De evaluatie van het informatieontwerp van het IC-S project.....	39
4.3 De evaluatie van het procesontwerp van het IC-S project.....	45
4.4 De evaluatie van de effectiviteit van het organisatieontwerp van het IC-S project	47
4.5 Conclusie	50
5 Een nieuwe aanpak voor het creëren van een specificatie.....	53
5.1 Inleiding.....	53
5.2 Een omschrijving van een verbeterd informatieontwerp.....	53

5.3	Een verbeterde beschrijving van het procesontwerp voor NS.....	56
5.4	Een effectief organisatieontwerp van het specificatieproces.....	62
5.5	Het verbeterde informatie- en proces-, en organisatieontwerp in één model	67
5.6	Conclusie	69
6	Conclusie en aanbevelingen.....	71
6.1	Conclusie	71
6.2	Aanbevelingen	73
	Referenties	75
	Bijlagen.....	77
A.	Interviewvragen.....	77
B.	Documentindeling IC-S Specificatie.....	78
C.	Verboden woordenlijst	79
D.	Inventarisatietechnieken	80
E.	Functionele en technische indeling.....	81
F.	Gebruikte afkortingen	82
G.	Hoofdstukindeling Functioneel Programma van Eisen.....	83

1 INTRODUCTIE

1.1 AANLEIDING VOOR DIT ONDERZOEK

De materieelvloot is het kapitaalgoed waarmee NS de dienstregeling realiseert in een dynamische markt. Als commerciële onderneming is het van belang om snel en flexibel te kunnen reageren op veranderende marktomstandigheden. Het vergroten van de omvang van de materieelvloot heeft echter lange doorlooptijden. Een trein is een product met lange levertijden; het eerste treinstel wordt gemiddeld twee en een half jaar na tekenen van het contract geleverd (hoofd projecten, 2009). Om daarom ‘snel’ te kunnen reageren op veranderingen in de marktvraag, worden materieelprojecten vaak onder grote tijdsdruk afgewikkeld. Dit geldt dan ook voor het specificatieproces, een onderdeel van het materieelproject (naast een instandhoudingsproces of contractproces). De tijdsduur voor het produceren van een trein ligt namelijk vast, de tijdsduur van het specificatieproces is daarentegen zelf te beïnvloeden. Een gevolg van de tijdsdruk is dat het vaak ten koste gaat van de kwaliteit van een specificatie en derhalve het eindproduct.

Niet alleen de tijdsfactor maar ook het feit dat NS verplicht is om openbaar aan te besteden, is van invloed op het specificatieproces. Het is namelijk niet langer mogelijk om op voorhand samen te werken met vertrouwde fabrikanten en toeleveranciers, omdat het inschrijven op de aanbesteding in principe open staat voor elke potentiële leverancier (wereldwijd). Om ervan verzekerd te kunnen zijn dat NS een trein geleverd krijgt die voldoet aan de wensen, moet de aanbesteding plaatsvinden op basis van een specificatie die voldoende nauwkeurig en specifiek is om als uitgangspunt voor het uiteindelijke leveringscontract te kunnen dienen. De Europese aanbestedingsregels hebben het belang van een kwalitatief hoogwaardige specificatie dus enorm doen toenemen.

Dit is een grote verandering ten opzichte van voor de privatisering van NS. In die tijd had NS nog een eigen ontwerpafdeling waar een trein tot in detail werd ontworpen. Vervolgens werd in samenwerking met een zelf gekozen fabrikant het ontwerp geproduceerd. Hiermee had NS niet alleen meer controle op het ontwerp, maar ook op de uiteindelijke productie, doordat ze meer betrokken waren en de scheidslijn tussen vervoerder en fabrikant minder scherp was dan tegenwoordig. Door de uitwerking van de nieuwe regelgeving (verplicht aanbesteden) en ontwikkelingen in de branche naar ‘off the shelf’ materieel is de ingenieursafdeling van NS sindsdien langzaam afgebouwd en verkocht. Daarmee is de interne technische kennis van het ontwerpen van materieel significant afgenomen en moet NS zich derhalve meer toeleggen op grotendeels functionele specificaties.

Een gevolg van de verplichte aanbesteding is dat vervoerders tegenwoordig uitgaan van de assumptie dat leveranciers beter dan zichzelf in staat zijn om de gewenste functionaliteit te kunnen leveren tegen een marktconforme prijs. NS is zich daarom gaan toeleggen op functionele specificaties (waarbij het de leverancier vrij staat zelf de technische invulling van

de functionaliteit te bepalen). Naar aanleiding van ervaringen met recente materieelprojecten geeft het hoofd project van NS Reizigers (NSR) Materieel aan, dat het proces altijd ad-hoc heeft plaatsgevonden zonder dat daarbij geleerd wordt van eerdere ervaringen. Doordat ervaringen, resultaten en besluitvorming niet bewaard worden moeten deze bij elk proces weer herhaald worden met lange (besluitvormings)procedures als gevolg. Door deze aanpak heeft NS problemen met het opstellen van specificaties ten behoeve van aanbestedingen.

Er wordt dus onvoldoende geleerd van ‘best practices’ en ervaringen uit vorige projecten. Eisen en wensen die in perioden tussen projecten worden opgesteld en waarover een besluit wordt genomen, worden niet of niet eenduidig vastgelegd. Ofwel tijdens elk specificatietraject wordt geprobeerd het wiel opnieuw uit te vinden. Dit geldt niet alleen voor de inhoud van specificaties, maar ook de wijze waarop deze tot stand komen.

Zo ontstaat een vicieuze cirkel, waarbij elk project opnieuw begint met het opstellen van een specificatie op basis van een niet-actuele oude specificatie in combinatie met op ad-hoc basis verkregen eisen en wensen van belanghebbenden uit de eigen organisatie. Eisen en wensen komen dan vaak ‘uit de lucht vallen’ met alle problemen van dien bij de besluitvorming, waarvoor ook geen eenduidig traject is ingericht. Dit leidt tot lange doorlooptijden en hoge kosten. Bovendien blijkt regelmatig dat het gebrek aan systematisch onderhoud van de beschikbare kennis en ervaring hebben geresulteerd in een specificatie van onvoldoende kwaliteit.

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

Uit de introductie blijkt dat NS problemen ondervindt met de totstandkoming van een specificatie. Er is behoefte aan een effectieve aanpak om een specificatie te produceren. Wijzigingen in de wetgeving hebben voor verandering gezorgd bij het aanschaffen van nieuw materieel. Er hoeft niet meer te worden beschreven welk boutje en moertje in een trein moet, hetgeen voorheen door het eigen ingenieursbureau werd bepaald. Tegenwoordig moet NS aan fabrikanten voornamelijk duidelijk maken welke functionaliteiten zij in een trein willen. Er wordt bij voorkeur ‘off the shelf’ materieel besteld. De functionaliteiten moeten worden verwoord in een specificatie, die van een dusdanige kwaliteit is, dat het eindproduct ook een weerspiegeling is van de wensen vanuit de organisatie ten tijde van het opstellen van de specificatie. Uit de inleiding is gebleken dat de gehanteerde ad-hoc aanpak die op dit moment gevolgd wordt, niet snel kan inspelen op de markt. Daarnaast blijkt deze aanpak ook niet te resulteren in de gewenste kwaliteit. De samenhang van uit de bovenstaande geschetste situatie leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

OP WELKE WIJZE KAN NS EEN EFFECTIEVE MATERIEELSPECIFICATIE CREËREN?

Om de hoofdvraag specifiekere te kunnen beantwoorden is deze opgesplitst in een aantal deelvragen. Deze corresponderen met het verloop van het onderzoek en de structuur van het verslag. De deelvragen beslaan drie elementen die op verschillende wijze in drie fasen

terugkomen: Voor het specificatieproces is het van belang om 1) te weten wat een specificatie exact is, 2) welke stappen moeten worden doorlopen om dat eindresultaat (materieelspecificatie te bereiken en 3) hoe dit binnen de organisatie gecoördineerd kan worden zodat het eindresultaat ook bereikt wordt. De deelvragen zijn uitgesplitst naar drie fasen in het onderzoek, de benadering vanuit theoretisch perspectief, de huidige aanpak van NS en een voorstel voor een toekomstige effectieve aanpak. Een overzicht van de verschillende deelvragen per fase:

OP WELKE WIJZE KOMT EEN MATERIEELSPECIFICATIE TOT STAND VANUIT THEORETISCH PERSPECTIEF?

1. Wat is een specificatie (inclusief onderliggende requirements)?
2. Welke fasen moeten worden doorlopen voor een effectieve totstandkoming van een specificatie?
3. Hoe moet de totstandkoming van een specificatie worden gecoördineerd?

OP WELKE WIJZE IS EEN NS MATERIEELSPECIFICATIE TOT STAND GEKOMEN?

4. Wat is de effectiviteit van een NS materieelspecificatie (inclusief onderliggende requirements)?
5. Welke fasen worden voor de totstandkoming van een materieelspecificatie bij NS uitgevoerd en hoe effectief is de uitvoering van die fasen?
6. Wat is de effectiviteit van de coördinatie bij de totstandkoming van een NS materieelspecificatie?

OP WELKE WIJZE KAN NS EFFECTIEF EEN MATERIEELSPECIFICATIE CREËREN?

7. Wat is een effectieve materieelspecificatie (inclusief onderliggende requirements) voor NS?
8. Welke fasen moeten door NS worden doorlopen zodat een materieelspecificatie effectief tot stand komt?
9. Op welke wijze kan NS de totstandkoming van een materieelspecificatie effectief coördineren?

De bovenstaande drie elementen moeten daarvoor ieder vanuit het perspectief van elk van de drie afzonderlijke fasen beantwoord worden, zodat aan het einde van het onderzoek de hoofdvraag beantwoord kan worden.

1.3 EEN KORTE INTRODUCTIE TOT DE AFDELING WAAR HET ONDERZOEK PLAATS VINDT

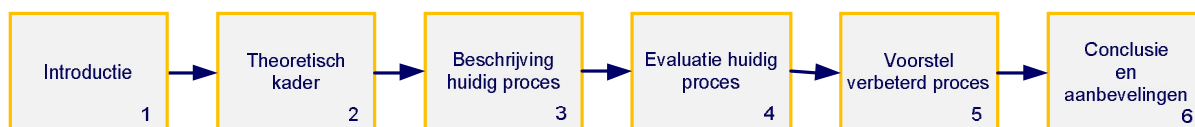
NSR Materieel is de afdeling binnen NS Reizigers, verantwoordelijk voor het Nederlandse reizigersvervoer binnen NS, waar alle eisen en wensen op het gebied van materieel vanuit de eigen organisatie samen komen en worden vertaald naar een concreet aanbod aan productiemiddelen. Dit wordt gerealiseerd door middel van materieelprojecten en het onderliggende specificatieproces. Bij NSR Materieel werken ongeveer 50 medewerkers in zes afdelingen. De afdeling verwoordt de eigen doelstelling als volgt:

“Wij zijn verantwoordelijk voor het beschikbaar stellen van voldoende en veilig materieel dat voldoet aan de eisen en –waar vanuit de bedrijfsdoelstellingen verantwoord – wensen van onze interne klant en de reiziger, nu en in de toekomst.” (Intranet, 2009)

Het onderzoek is geïnitieerd vanuit het afdelingshoofden-overleg, waarbij de afdeling projecten leidend is. Deze afdeling is dan ook verantwoordelijk vanuit NS voor het projectmanagement van materieelprojecten en daarmee een voor de hand liggende plek voor de casestudy. De onderzoeker is daarbij geplaatst bij de afdeling Experts & Beleid, waar personen werkzaam zijn die affiniteit hebben met materieelprojecten uit het verleden en het onderzoek daarmee kunnen ondersteunen.

1.4 ONDERZOEKSTRATEGIE EN HET GEBRUIK VAN BRONMATERIAAL

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is een strategie nodig, zodat is aan te tonen dat de antwoorden op grondige en diepgaande wijze tot stand gekomen zijn. Het onderzoek vindt in de praktijk plaats (bij NSR Materieel) en beslaat de diagnose van het probleem en het daaropvolgende ontwerp voor een oplossing (Verschuren en Doorewaard, 2007). De best passende strategie bij dit praktijkgerichte onderzoek is de enkelvoudige casestudy. Er is namelijk sprake van een diepte onderzoek bij één bedrijf (NS) waarbij op locatie open waarnemingen worden gedaan op basis van een enkele casus. Deze casus betreft het meest recente materieelproject van NS: InterCity Standaard (IC-S). In de inleiding van hoofdstuk 3 wordt beschreven wat het IC-S materieelproject is.



Figuur 1: Onderzoeksmodel (de cijfers in de kaders corresponderen met de hoofdstukken van dit verslag)

In figuur 1 is de opbouw van dit verslag weergegeven, de nummers rechtsonder in de kaders geven aan in welk hoofdstuk het wordt beschreven. In het theoretisch kader wordt vanuit wetenschappelijk perspectief een kader geschetst waarmee de casus geëvalueerd kan worden én als startpunt voor het verbetervoorstel (deelvragen 1-3) kan dienen. In het huidige proces wordt beschreven hoe bij NS een specificatie beschreven wordt, welke fasen worden doorlopen om te komen tot die specificatie en op welke wijze dit gecoördineerd wordt binnen

de organisatie. In de evaluatie worden het theoretisch kader, de beschrijving van het huidige proces en eventueel aangegeven wensen vanuit NS naast elkaar gelegd en verschillen geduid. Er wordt geëvalueerd of de specificatie, de totstandkoming en de coördinatie van de specificatie effectief is, gegeven het theoretisch kader en de beschrijving van de huidige situatie. Niet effectieve elementen zijn aandachtspunten voor het voorstel voor een verbeterd proces (deelvragen 4-6). In het hoofdstuk waar een voorstel voor een verbeterd proces wordt beschreven is een effectief proces en specificatie het uitgangspunt (deelvragen 7-9). De conclusie in het laatste hoofdstuk moet uitsluitsel geven over de hoofd onderzoeksvraag. In het laatste hoofdstuk worden ook aanbevelingen voor het bereiken van het antwoord op de onderzoeksvraag gedaan.

Voor het verzamelen van informatie voor het onderzoek is voor meerdere methoden gekozen om van diverse bronnen informatie te verkrijgen om zodoende een zo volledig mogelijk beeld te verkrijgen voor elke fase. Uit tabel 1 blijkt welke bronnen voor elk hoofdstuk zijn geraadpleegd. Er is sprake van personen, documenten en literatuur (Verschuren en Doorewaard, 2007) waarmee de onderzoeksvragen vanuit meerdere perspectieven zijn bekeken.

Hoofdstuk	1 Introductie	2 Theoretisch Kader	3 Beschrijving huidige specificatieproces	4 Evaluatie huidige proces	5 Voorstel voor een verbeterd specificatieproces
Documenten	Bedrijfsinformatie	-	Bedrijfsinformatie	Bedrijfsinformatie	Bedrijfsinformatie
Personen	Individueel interview	-	Individueel interview/persoonlijke gesprekken	Persoonlijke gesprekken	Groepsinterview
Literatuur	wetenschappelijk	wetenschappelijk	-	-	wetenschappelijk

Tabel 1: Gebruikte bronnen per onderzoeksfase

Om informatie te verkrijgen van personen zijn drie methoden gebruikt: de zogenaamde face-to-face interviews op basis van een (open) vragenlijst. Een groepsinterview in de vorm van een presentatie met een daaropvolgende discussie. Daarnaast zijn er gestructureerde face-to-face interviews geweest op basis van een vragenlijst. (Verschuren en Doorewaard, 2007). Hieronder wordt uitgebreider op de interviews ingegaan: het type, aantal aanwezige medewerkers en de doelstelling van het interview.

- Het managementteam (vijf personen, individueel interview) van de afdeling Materieel om voorafgaand aan het onderzoek op basis van een gestructureerde vragenlijst (zie bijlage A) een goed beeld van de ervaren problemen en wensen duidelijk te krijgen als basis voor de probleemstelling, onderzoeksvraag en evaluatie van dit onderzoek.

- Inhoudsdeskundigen en actoren (10 personen, individueel interview op basis van de vragenlijst uit bijlage A) van diverse bedrijfsonderdelen waaronder NSR Materieel, NSR Commercie, NSR Logistiek en NedTrain. Bovendien zijn deskundigen geraadpleegd van het ingenieursbureau Lloyds (2 personen), het voormalige ‘in house’ materieel ingenieursbureau van NS. In eerste instantie zijn de interviews oriënterend geweest om een breed perspectief van de problemen te krijgen voor het beschrijven van het probleem en de onderzoeksvragen. In tweede instantie zijn de interviews gebruikt om te huidige aanpak van NS te kunnen beschrijven en om mogelijke wensen naar aanleiding van ervaringen met die huidige aanpak aan te kunnen geven.
- In twee sessies is de voortgang van het onderzoek, door middel van een presentatie, bediscussieerd met een panel van deskundigen, beleidsmakers en besluitvormers (groepsinterview). Het doel van de presentatie en discussie was om te verifiëren of de interpretatie van de interviews juist was, of de denklijn van de onderzoeker plausibel bevonden werd en of de aangedragen verbetervoorstellen op draagvlak konden rekenen. Deze sessies waren bedoeld om de feedback te verwerken in het onderzoek en dan met name het verbetervoorstel.
- Persoonlijke gesprekken (individueel interview) om opheldering te krijgen op een op dat moment spelende vraag in kader van het onderzoek.

Naast het interviewen van personen is er nog een andere methode gebruikt om informatie te verkrijgen, namelijk het onderzoeken, analyseren en evalueren van bedrijfsdocumenten. Alle documentatie die digitaal aanwezig was in het archief kon gebruikt worden voor het onderzoek. Dit waren onder andere beleidsdocumenten, notulen, plannings, correspondentie, evaluaties en de specificatie van het IC-S materieelproject. In enkele gevallen is naar aanleiding van besproken onderwerpen in interviews ook aanvullende informatie aangeboden, waarbij dit niet in alle gevallen gerelateerd was aan het IC-S project (maar aan andere materieelprojecten), maar wel relevant in het kader van het onderzoek omdat het de werkwijze van NS weergeeft. Op basis van de onderzoeksvragen is vervolgens binnen de academische literatuur gezocht naar theorieën om het theoretisch kader vorm te geven. Deze literatuur is ten behoeve van het evalueren van de huidige aanpak van NS voor het specificeren van nieuw materieel. Vervolgens wordt het theoretisch kader en eventueel benodigde aanvullende theorieën gebruikt voor het verbetervoorstel. De wetenschappelijke literatuur is ook oriënterend gebruikt om kennis te nemen van het vakgebied om zodoende de problemen bij NS beter in kaart te kunnen brengen.

1.5 AFBAKENING VAN HET ONDERZOEKSTERREIN

Het proces dat zich afspeelt bij de totstandkoming van een specificatie, bijvoorbeeld voor een aanbesteding, is een complex proces. Naast de inhoud en vorm van de specificatie zelf gaat het over besluitvormingsprocessen, belangen en belangenconflicten, ‘stakeholder management’ en zo meer. Om de focus te behouden in het onderzoek en bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen is het van belang om een kader aan te geven waarbinnen het onderzoek zal blijven.

De volgende aspecten zullen in het onderzoek dan ook niet behandeld worden:

- andere materieelprojecten, zoals modernisering en Constructie Wijzigingen (CW);
- de feitelijke inhoud van de requirements; er worden geen requirements opgesteld;
- het beoordelen van beleidsaspecten ten aanzien van overwegingen en keuzes achter een specificatie;
- het beheersen en oplossen van conflicten die ontstaan ten gevolge van besluitvorming in het specificatieproces;
- het bepalen of beschrijven van ondersteunende middelen die van belang zijn voor het proces, zoals geld, ICT of het vrijmaken van medewerkers.

1.6 HET RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK

Het uiteindelijke verslag geeft een opzet voor een nieuw specificatieproces op hoog aggregatieniveau. Het beschrijft de huidige problemen en analyseert deze op basis van bestaande theorieën. Voor geïdentificeerde problemen worden oplossingen aangedragen. Het verslag dient vervolgens als solide basis voor een verder uitgewerkt implementatieplan. Het geeft daarbij antwoorden op de onderzoeksvragen zoals die geformuleerd zijn, rekening houdend met de kaders van het onderzoeksterrein.

1.7 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk is beschreven welk probleem NS ervaart. Hier zijn een aantal vragen uit voortgekomen, die tot een oplossing van het probleem zouden moeten leiden. Om tot deze oplossing te komen is een strategie geformuleerd en bepaald welke bronnen worden gebruikt ter beantwoording van de onderzoeksvragen. Om het onderzoek niet te laten verzanden is een kader geschetst waarbinnen het onderzoek zal plaatsvinden. Als laatste is beschreven wat het resultaat van de bovenstaande geschetste aanpak zal zijn. Met deze informatie is het mogelijk in het volgende hoofdstuk het theoretisch kader te beschrijven dat hoofdzakelijk gericht is op het evalueren van de huidige aanpak van NS. De afbakening en gebruikte methoden zorgen ervoor dat dit onderzoek zich voldoende specifiek richt op het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

2 THEORETISCH KADER

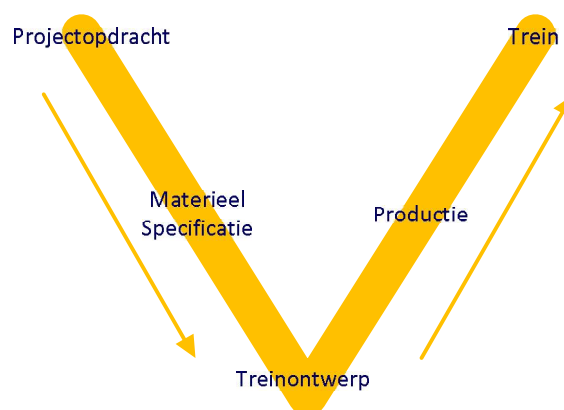
In dit hoofdstuk wordt een theoretisch kader beschreven dat vanuit wetenschappelijk perspectief inzicht geeft in de onderzoeksvragen. Allereerst wordt ter introductie in het onderzoeksonderwerp beschreven wat een specificatie is en welke functie deze vervuld. Dit wordt beschreven vanuit het grotere geheel, een materieelproject. Vervolgens wordt beschreven uit welke elementen een specificatieproces bestaat. Als laatste wordt beschreven hoe de effectiviteit van de in dit hoofdstuk beschreven elementen van het specificatieproces bepaald kan worden.

Allereerst volgt introductie in de materie van de specificatie, alvorens dieper in te gaan op het format en de content van specificaties en requirements, de processen voor de totstandkoming van de specificatie en de coördinatie van een specificatieproces.

2.1 EEN SPECIFICATIE EN DIENS FUNCTIE

Een specificatie bestaat uit een verzameling van eisen, ook wel requirements genoemd. Wanneer er behoefte is aan een nieuw materieel moet een specificatie worden opgesteld om aan de opdrachtgever duidelijk te maken aan welke eisen het nieuwe materieel moet voldoen. Een specificatie heeft twee functies. Enerzijds is het een middel om een vanuit de organisatie gezamenlijk gedragen interpretatie van een product te creëren (verschillende inzichten afwegen en keuzes maken zijn daarvan een belangrijk onderdeel). Anderzijds is een specificatie een middel om te verifiëren en valideren dat het uiteindelijk geleverde product voldoet aan die gezamenlijk gedragen interpretatie (Alexander en Stevens, 2002; IEEE, 1998).

Het creëren van een specificatie is ook een onderdeel van een materieelproject. De relatie tussen de functie van een specificatie, specificatieproces en materieelproject is duidelijk te maken met het V-Model (Forsberg en Mooz, 1991), zoals geïllustreerd in figuur 2.



Figuur 2: Het V-model aangepast naar het specificatieproces (op basis van Forsberg en Mooz, 1991).

In de linkerhelft van het V-model wordt een product ontworpen, van abstract naar gedetailleerd, hetgeen uiteindelijk resulteert in het treinontwerp. In de rechterhelft wordt op basis van het treinontwerp de trein gerealiseerd. Eerst worden allerlei losse assemblageonderdelen geproduceerd (zoals een deur, stoelen of een onderstel), die later in het proces één trein zullen vormen.

Het V-model begint met een projectopdracht waarin de kaders voor een productontwerp worden vastgelegd en vervolgens wordt beschreven waar dat product aan moet voldoen en welke functie het moet vervullen (functionele requirements). Hier kan vervolgens een technische invulling aan gegeven worden. Een volledige set aan requirements resulteert in een specificatie.

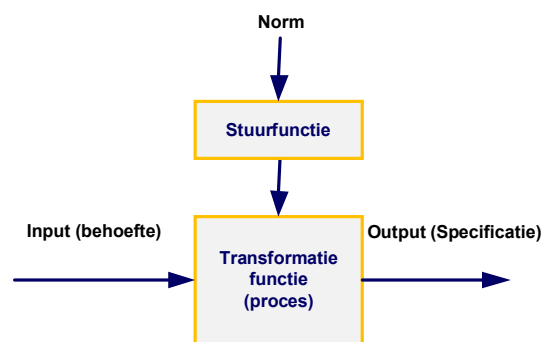
Tijdens de productie van een trein zullen de assemblageonderdelen en het eindproduct geverifieerd moeten worden op basis van de specificatie en op het niveau dat er gespecificeerd is. Specificeren op het niveau van subassemblage betekent ook dat de geproduceerde subassemblage geverifieerd moet worden. Alleen op deze wijze kan geverifieerd worden dat ook daadwerkelijk wordt geleverd wat gespecificeerd is. De specificatie is dan ook het product van het specificatieproces dat in de bovenste helft van de linkerpoot van het V-model plaatsvindt.

Een materieelproject loopt gedurende de ‘gehele’ V van het V-model (Forsberg en Mooz, 1991). Van het bepalen van de projectopdracht en de specificatie tot aan de levering van de trein en de daaropvolgende toelatingstesten voor het Nederlandse spoor. Er is alleen wel een duidelijke scheiding aan te brengen in het V-model tussen het domein van de klant en die van de fabrikant. In het kader van het aanbesteden moet er namelijk rekening mee worden gehouden dat de aanbestedende partij over het algemeen functioneel specificeert en mogelijk deels daar een technische invulling aan geeft. De fabrikant is verantwoordelijk voor de verdere technische invulling van de functionele requirements en voor het uiteindelijke treinontwerp. Dit is van belang voor de verificatie en validatie. Deze vindt alleen plaats vanuit de opdrachtgever op de punten die in de specificatie gespecificeerd zijn. Als deze redenering in het V-model wordt verwerkt houdt dit in dat de bovenste helft van het V-model tot het domein van de klant behoort. De onderste helft behoort tot het domein van de fabrikant. Dit strikte onderscheid is voornamelijk van belang voor de verificatie en validatie.

Met behulp van het V-model is het verloop van de totstandkoming van nieuw materieel geschetst en de rol die een materieelproject en specificatieproces daarin heeft. Daarbij is het belang van de kwaliteit van een specificatie en onderliggende requirements in het kader van de verificatie en validatie aangegeven. Immers, alleen wat is gespecificeerd kan worden afgedwongen bij een fabrikant. Het is daarom noodzakelijk criteria te definiëren waarmee de kwaliteit van een specificatie en requirements bepaald kan worden.

2.2 DE ELEMENTEN VAN EEN SPECIFICATIEPROCES

Om het specificatieproces te kunnen beschrijven en evalueren in dit onderzoek is het van belang om eerst te bepalen uit welke elementen een proces bestaat. Een proces wordt door In 't Veld (1998) omschreven als: “.. Een serie transformaties tijdens de doorvoer, als gevolg waarvan het ingevoerde element verandert in plaats, stand, vorm, afmeting, functie, eigenschap of enig ander kenmerk.” De benadering op het hoogste aggregatieniveau van een systeem wordt ook wel een ‘black box’ genoemd. Een systeem dat uit één element bestaat, waarvan alle interne elementen en relaties nog niet bekend zijn. (In 't Veld, 1998). Daarvan is figuur 3 een voorbeeld. Een ‘black-box’ bestaat vervolgens weer uit (vele) gescheiden transformatie functies, elk met eigen input, output en stuurfunctie. Een proces kan op deze wijze tot op groot detail worden weergegeven.



Figuur 3: Systeem niveau 0 'Black Box' (In 't Veld, 1998)

Elk element in een specificatieproces heeft een functie, taak en norm. Volgens In 't Veld (1998) is de functie hetgeen dat het element teweegbrengt in het grotere geheel. Een taak is hetgeen dat moet gebeuren, zodat de functie vervuld wordt. De norm, ook wel stuur signaal genoemd, bepaalt de kenmerken van de uitvoer. Naar aanleiding van de norm kan het proces ook gestuurd worden (bijvoorbeeld bij afwijkingen van de norm).

De transformatiefunctie van een proces dient een doel, namelijk het produceren van output. (In 't Veld, 1998). Het is dus van belang dat er een doeltoestand is. Tegelijkertijd moet mogelijk zijn deze toestand te bereiken en het systeemgedrag moet zijn te beïnvloeden. Het eerstgenoemde door transformatie en het tweede door stuurfuncties. De doeltoestand is in het kader van dit onderzoek het produceren van een specificatie (output) naar aanleiding van functiebehoeften (input).

Volgens Cule (1995) bestaat een proces uit drie ontwerpen, te weten; 1) informatieontwerp, 2) procesontwerp en 3) organisatieontwerp. Het informatieontwerp beschrijft alle informatie die benodigd is en tot stand komt tijdens het uitvoeren van het proces. Het procesontwerp beschrijft in welke volgorde taken uitgevoerd worden, ofwel “een serie van acties of operaties die leiden tot een einddoel” (Cule, 1995). Als laatste beschrijft het organisatieontwerp hoe een

organisatie wordt vormgegeven om de doelen te bereiken en welke functies daar bij betrokken zijn.

De benadering van In 't Veld (1998) is daarbij ook te relateren aan Cule (1995). De in- en output en de norm zijn vergelijkbaar aan het informatieontwerp, de transformatiefuncties aan het procesontwerp en de stuurfunctie aan het organisatieontwerp. Die drie ontwerpen zijn noodzakelijk bij het transformeren van de input tot de gewenste output.

In de komende drie paragrafen worden deze drie ontwerpen op basis van Cule (1995) gedetailleerder beschreven. Vervolgens wordt in de daaropvolgende paragraaf aangegeven hoe op basis van deze drie ontwerpen de effectiviteit van het specificatie(proces) kan worden bepaald.

2.2.1 INFORMATIEONTWERP

Uit elke succesvolle transformatie van een functiebehoefte volgt een requirement. Deze losse requirements worden vervolgens gecombineerd tot een specificatie. In de eerste paragraaf wordt beschreven hoe een specificatie er uit hoort te zien en op welke wijze requirements binnen deze specificatie kunnen worden gezien. In de tweede paragraaf wordt aangetoond hoe het format en de content van een requirement er uit horen te zien.

DE INFORMATIE IN EEN SPECIFICATIE

De structuur van een specificatiedocument is van belang voor de overzichtelijkheid, zodat alle requirements op een logische plaats gevonden maar ook geplaatst kunnen worden. Dit maakt het interpreteren van de specificatie gemakkelijker voor de fabrikant alsmede voor de opdrachtgever.

De effectiviteit van een specificatie is te bepalen op basis van twee criteria. Eén kwalitatief en één kwantitatief.

Het kwalitatieve criterium beoordeelt de structuur van een specificatie. Een vereiste aan een specificatie is een duidelijke en hanteerbare documentstructuur waarin alle requirements een logische plaats kunnen krijgen zodat er een overzichtelijk en samenhangend geheel ontstaat (bijvoorbeeld in categorieën). In de tabel op de volgende pagina (2) wordt een indeling van Robertson en Robertson (2008) getoond. In deze indeling wordt er bijvoorbeeld onderscheid gemaakt tussen functionele¹ en niet-functionele² requirements en niet-requirements, zoals het projectdoel, randvoorwaarden en project specifieke factoren.

Een goede hoofdstukindeling van een specificatie en de indeling voor requirements introduceert de lezer (van de specificatie) in het product, de achtergrond en vervolgens de randvoorwaarden die aan het product gesteld worden. Dan volgen de functionele requirements die binnen de kaders van de projectopdracht vallen en technische requirements die een

¹ Een requirement waarbij alleen de gewenste functionaliteit wordt beschreven, zonder een technische oplossing voor te schrijven. Er kan bijvoorbeeld aangegeven worden dat een trein een snelheid van 160 km/h moet kunnen bereiken, zonder dat bijvoorbeeld een elektrische voorstuwing wordt voorgeschreven.

² Een requirement waarbij er een technische invulling wordt voorgeschreven.

invulling voorschrijven. Met gebruik van de beschreven indeling staan alle gelijksoortige requirements, randvoorwaarden en informatie systematisch geordend bij elkaar.

1	Project Drivers
1.1	The user business or background of the project effort
1.2	Client, Customer and other Stakeholders
1.3	Users of the product
2	Project Constraints
2.1	Mandated constraint
2.2	Naming Conventions and Definitions
2.3	Relevant facts and assumptions
2.4	The scope of the work
2.5	The scope of the product
3	Functional requirements
3.1	Functional and data requirements
4	Nonfunctional requirements
4.1	Look and Feel Requirements
4.2	Usability and Humanity Requirements
4.3	Performance Requirements
4.4	Operational and Environmental Requirements
4.5	Maintainability and Support Requirements
4.6	Security Requirements
4.7	Cultural and Political Requirements
4.8	Legal Requirements
5	Project Issues
5.1	Open Issues
5.2	Off-the-Shelf Solutions
5.3	New Problems
5.4	Tasks
5.5	Migration to the New Product
5.6	Risks
5.7	Costs
5.8	User Documentation and Training
5.9	Waiting Room
5.10	Ideas for Solutions

Tabel 2: Inhoudsopgave van een specificatie op hoog aggregatieniveau (Robertson en Robertson, 2008)

Een specificatie is daarnaast kwantitatief te beoordelen door de hoeveelheid ‘verboden’ woorden te analyseren die worden gebruikt in de specificatie. In bijlage C staat een dergelijke lijst opgesteld door ECCS (1997). Hieraan staan bijvoorbeeld woorden als ‘and’ of ‘minimize’. De gedachtegang achter deze lijst is dat woorden als ‘and’ representatief zijn voor samengestelde requirements en woorden als ‘minimize’ aanduiden dat een requirement niet meetbaar is. In de volgende paragraaf wordt uitgebreider op die criteria ingegaan. Door een

specificatie te analyseren op basis van een dergelijke woordenlijst kan snel worden bepaald in welke mate alle requirements voldoen aan de kwaliteitscriteria. Hiermee kan snel worden geëvalueerd of een specificatie effectief is. Als dit niet zo blijkt te zijn kan per requirement worden geëvalueerd of deze voldoet. Dit wordt in de komende paragraaf beschreven.

HET FORMAT EN DE CONTENT VAN EEN REQUIREMENT

De basis van een requirement is het format van de tekst, ofwel het formuleren van de behoefte op een systematische manier, zodat er een consistent beeld ontstaat in een specificatie.

Daarnaast bestaat een requirement uit meer informatie, waaronder de content zoals de auteur, status etc. Allereerst een voorbeeld zoals het format van een requirement moet zijn volgens Alexander en Stevens (2002) (tabel 3).

Components of a pilot's requirement in present-tense style	
User type	the driver...
Result type(verb)	...shall be able to control...
Object	...the train's acceleration...
Qualifier	...with one hand.

Tabel 3: Opbouw van een Requirement, een fictief voorbeeld (Alexander en Stevens, 2002)

De requirement kent een typische zinsconstructie - zoals blijkt uit bovenstaand voorbeeld - waarin de volgende vier elementen volgordelijk zijn terug te vinden:

- 'user', de entiteit die de handeling, situatie, toestand, eigenschap of gebeurtenis regeert; het onderwerp van de zin;
- 'result', de beschrijving of typering van die handeling, situatie, toestand, eigenschap of gebeurtenis; het gezegde of predicaat van de zin;
- 'object', het object van de handeling, situatie, toestand, eigenschap of gebeurtenis, bijvoorbeeld het leidend voorwerp;
- 'qualifier', een bijwoordelijke bepaling die een nadere, voorwaardelijke specificatie geeft van de condities waaronder de handeling, situatie, toestand, eigenschap of gebeurtenis plaats vindt en wel in het bijzonder van het type 'zodanig dat.....'. Niet specifiek of te kwantificeren bijvoeglijke naamwoorden mogen niet gebruikt worden.

Om de mate van vereiste van een requirement naar de fabrikant aan te geven kan die worden ingedeeld in drie categorieën: verplicht (besluit genomen door opdrachtgever), optioneel (besluit genomen in onderling overleg tussen opdrachtgever en leverancier) en wenselijk (besluit genomen door leverancier). Deze worden semantisch uitgedrukt met behulp van de Engelse woorden 'shall' respectievelijk 'should' en 'will' (Sommerville en Sawyer, 1997).

Naast het format is er ook de content van een requirement. Sommerville en Sawyer (1997) beschrijven waar de content van een requirement aan moet voldoen:

- 1) *Gebruik standaardformulieren*: Hieronder is een voorbeeld van een standaardformulier gegeven, waarin een samenvoeging van meerdere criteria beschreven door verscheidene auteurs (zie onderschrift tabel 4).

Requirement velden	Toelichting
Requirement ID	unieke identiteit
Requirement text	beschrijving van de requirement
Source	wat is de bron (document, wet)
Owner	wie is de eigenaar van de requirement
Rationale	wat is de noodzaak
Priority	welke prioriteit heeft een requirement
Status	geaccepteerd, open, geweigerd
Location	de plaats binnen de FBS
Author	wie heeft de requirement geformuleerd
History	welke wijzigingen/revisie zijn er geweest
Verification	hoe gaat de requirement worden geverifieerd
Cost	wat zijn de verwachte kosten
Customer satisfaction/dissatisfaction	wat is de mogelijke klantwaardering
Event/Use case number	aan welke Use case is de requirement gekoppeld

Tabel 4: requirement Criteria (Robertson en Robertson, 2008 en Young, 2003).

Om een beeld te kunnen krijgen bij de criteria worden een aantal willekeurige criteria toegelicht:

- ‘Rationale’: de noodzaak van een requirement moet duidelijk zijn, zonder valide noodzaak mag een requirement niet in een specificatie terecht komen.
 - ‘Verification’: de requirement moet (bij voorkeur kwantitatief) meetbaar zijn waarbij ook moet worden aangegeven hoe, wat en wanneer gemeten gaat worden.
 - ‘Source’: als een requirement is gebaseerd op achterliggende voorschriften, wetgeving, besluitvorming of andere dwingende informatie (zoals TSI’s), moet deze inclusief bronvermelding vermeld worden, zodat ook duidelijk is uit welke context de requirement komt.
- 2) *Taalgebruik*: Een requirement die in duidelijk en begrijpelijk taalgebruik is opgesteld is beter leesbaar. Een requirement moet voor iedereen leesbaar kunnen zijn, ook voor personen die weinig affiniteit met een het onderwerp hebben. Requirements worden daarbij immers vaker gelezen dan geschreven en het is dus kostenefficiënt om deze zo op te stellen dat ze gemakkelijk en snel leesbaar zijn.

- 3) In een *requirement* komt regelmatig ‘natural’ taalgebruik voor, dat wil zeggen, wiskundige formules, besluitvormingstabellen of programmeertaal. Dit is niet voor elke lezer begrijpelijk, maar voor de kwaliteit van de specificatie wel noodzakelijk. Het is aan te raden dit ‘natural’ taalgebruik te ondersteunen met behulp van een korte beschrijving dan wel verduidelijking.
- 4) *Diagrammen*: Gebruik waar mogelijk diagrammen. Deze zijn voor veel personen beter en sneller te begrijpen dan tekstuele beschrijvingen. Daarnaast maakt een diagram de begeleidende tekst ook begrijpelijker.
- 5) *Kwantificeer requirements*: maak ze meetbaar. Requirements die meetbaar zijn kunnen gemakkelijk geverifieerd worden, waardoor de kans op verschil tussen het gespecificeerde en eindproduct afneemt.

Het format en de content van een requirement zijn te controleren door gebruik van toetsingscriteria. In tabel 5 is een samenvoeging van criteria van verscheidene auteurs gegeven (zie onderschrift).

Criteria	Toelichting
Necessary	heeft de requirement toegevoegde waarde
Feasible	is de requirement haalbaar
Verifiable	is de requirement meetbaar
Traceable	is de requirement herleidbaar naar een bron (bijv. document)
Unambiguous	is het voor één uitleg vatbaar
Non-redundant	is er geen overlap met andere eisen
Allocated	is de requirement toegewezen binnen de FBS
Tolerance	welke marges zijn toegestaan
Consistent	is het format en de content consistent
Complete	is voorzien in alle gevraagde informatie
Design independent	is de requirement oplossingsvrij
Actueel	is de eis actueel
Concise	is de requirement zo simpel mogelijk geformuleerd

Tabel 5: Criteria om de kwaliteit van een requirement objectief te kunnen bepalen (ECCS, 2009; Robertson en Robertson, 2008; VWS, 2005; Young, 2003)

Op basis van de beschreven criteria voor het format en de content van een requirement kan in de evaluatie de effectiviteit van requirements worden bepaald.

2.2.2 PROCESONTWERP

Tijdens het bouwen van een systeem of product is het noodzakelijk om de requirements te ontdekken, begrijpen, vast te leggen en te communiceren. Het doel van het proces is om die fasen op een effectieve en accurate manier te kunnen doorlopen (Robertson en Robertson, 2008).

Robertson en Robertson (2008) beschrijven een procesontwerp specifiek voor specificatieprocessen. In figuur 4 staan de acht processtappen die worden doorlopen. Het begint met het formuleren van de projectopdracht, vervolgens wordt kennis vanuit de organisatie verzameld. Deze kennis wordt verwerkt in requirements. Wanneer nodig worden prototypes gemaakt om de werking van de requirements te testen (in het geval van technische requirements). Daarna wordt door middel van een controle de kwaliteit van de requirement getest, waarna alle requirements in een specificatie worden opgenomen. Als laatste wordt geëvalueerd of voor een volgend project nog verbetering van de specificatie mogelijk zijn.



Figuur 4: Procesontwerp (aangepast op basis van Robertson en Robertson, 2008)

Voor een proces zijn niet alleen de transformaties van belang, maar ook een structuur die controleert dat dit op de juiste manier gebeurt, onder andere zoals die in het informatieontwerp is vastgelegd.

In een artikel van Cooper en Kleinschmidt (1993) wordt het 'stage-gate' systeem beschreven. Het 'stage-gate' systeem verdeelt een ontwikkelproces in een aantal multidisciplinaire processtappen, voorafgaand door een 'stage-gate' fase waar een go/no-go besluit wordt genomen. Hiermee worden fasen duidelijk afgesloten en getoetst of aan de gestelde eisen voor de desbetreffende fasen is voldaan. Dit zou betekenen dat wanneer het concept van Cooper en Kleinschmidt wordt gecombineerd met de structuur van Robertson en Robertson (2008) voor elke fase een 'stage-gate' wordt geïmplementeerd. Met behulp van een 'stage-gate' kan voorafgaand aan elke fase worden getoetst of een nieuwe fase ingegaan kan worden. Op deze wijze kan niet alleen het format en de content van een requirement, maar ook het procesverloop geborgd worden. De kwaliteitscontrole fase uit figuur 4 is een voorbeeld van een 'stage-gate'. Een requirement kan niet worden opgenomen in een specificatie zolang deze niet aan de kwaliteitscriteria voldoet.

Het volgen van een dergelijke structuur zoals die van Robertson en Robertson (2008) is volgens Young (2003) effectief. Hij geeft hiervoor vergelijkbare argumenten als voor de functie van een requirement gelden. Een gedocumenteerd proces:

- zorgt voor een gezamenlijk gedeelde interpretatie van de werkzaamheden inclusief alles en iedereen die daarbij benodigd zijn;
- kan door iedereen die betrokken is worden begrepen;
- biedt een basis voor de evaluatie en verbetervoorstellen. Hiermee kan continue procesverbetering worden aangemoedigd. Daarnaast is een dergelijk proces voor iedereen toegankelijk waardoor het iedereen in staat stelt verbeteringen aan te dragen (employee empowerment).

Net zoals voor een requirement en specificatie geldt, zorgt een gedocumenteerd procesontwerp voor een gezamenlijke eenduidige interpretatie van alle fasen van een proces. De effectiviteit van een procesontwerp kan gemeten worden door te verifiëren of alle fasen doorlopen worden en in welke mate dit wordt gedaan, bijvoorbeeld door de effectiviteit van de output van fasen te bepalen.

2.2.3 ORGANISATIEONTWERP

Om een specificatie te kunnen maken en de juiste stappen te doorlopen, zoals in de vorige paragrafen is beschreven, moeten de werkzaamheden gecoördineerd worden. Deze coördinatie is van belang om het eindresultaat te kunnen bereiken. Mintzberg (1980) beschrijft hiervoor een vijftal coördinatiemechanismen: directe supervisie, standaardisatie van werk, kennis en vaardigheden of output en wederzijdse afstemming. Om vast te kunnen stellen welk coördinatiemechanisme het best aansluit bij een organisatie kunnen een aantal karakteristieken, ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren (tabel 6), geëvalueerd worden. Afhankelijk van de waarden voor elk van de afzonderlijke parameters kan een keuze worden gemaakt voor één of een combinatie van de vijf gedefinieerde coördinatiemechanismen (tabel 7).

Ontwerpparameters	Omschrijving
Werkspecialisatie	de mate van horizontale en verticale werkspecialisatie.
Gedrags formalisatie	de mate van standaardiseren van werkprocessen door regels en procedures.
Training	de mate van standaardisatie van vaardigheden en kennis voorafgaand aan de start van het dienstverband.
Afdelingsclustering	hoe zijn afdelingen georganiseerd, rondom functies of markten?
Bureaucratisch/organisch	Heeft de organisatie een bureaucratische of organische structuur?
Span of control	het aantal personen waar een manager leiding aan geeft.
Planning en control systemen	de mate waarin de output is gestandaardiseerd.
Onderlinge afstemming	de mate waarin werknemers 'buiten' de hiërarchie onderling besluiten kunnen afstemmen.
(de)centralisatie	de mate van verticale en horizontale decentralisatie.
Onzekerheidsfactoren	
Leeftijd	de leeftijd van de organisatie.
Omvang	de omvang van de organisatie
Technische systemen	de mate van regulering van de werkprocessen door middel van automatisering. De complexiteit van die systemen en de mate van automatisering.
Omgeving	de mate van dynamiek en onzekerheid van de omgeving van de organisatie.
Machts zwaartepunt	welk organisatiedeel is dominant binnen de organisatie.

Tabel 6: Ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren (Mintzberg, 1980)

	Directe supervisie	Standaardisatie van werk	Standaardisatie van kennis en vaardigheden	Standaardisatie van output	Wederzijdse afstemming
Ontwerpparameters					
Werkspecialisatie					
Horizontaal	Laag	Hoog	Hoog	Beperkt(tussen HQ en divisies)	Hoog
Verticaal	Hoog	Hoog	Laag	Beperkt (tussen HQ en divisies)	Laag
Gedrags formalisatie	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag
Training	Laag	Laag	Hoog	Beperkt (voor divisie managers)	Hoog
Afdelingsclustering	Functioneel	Functioneel	Functioneel en markt	Markt	Functioneel en markt
Bureaucratisch/organisch	Organisch	Bureaucratisch	Bureaucratisch	Bureaucratisch	Organisch
Span of control	Groot	Groot (voor onderlaag, klein elders)	Groot (voor onderlaag, klein elders)	Groot	Klein
Planning en control systemen	Weinig	Actie planning	Weinig	Prestatie controle	Beperkte actie planning
Onderlinge afstemming (de)centralisatie	Weinig centralisatie	Weinig Beperkte horizontale decentralisatie	Beperkt Horizontale en verticale decentralisatie	Weinig Beperkte verticale decentralisatie	Veel Selectieve decentralisatie
Onzekerheidsfactoren					
Leeftijd	Jong	Oud	Variërend	Oud	Jong
Omvang	Klein	Groot	Variërend	Groot	Variërend
Technische systemen					
Regulering	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag
Complexiteit	Laag	Laag	Laag	Laag	Laag/Hoog
Automatisering	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee/Vaak
Omgeving					
Complexiteit	Laag	Laag	Hoog	Laag	Hoog
Dynamiek	Hoog	Laag	Laag	Laag	Hoog
Machts zwaartepunt	Strategische top	Technostructuur	Professionals	Middel management	Experts

Tabel 7: de waarden van ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren voor de vijf coördinatiemechanismen (Mintzberg, 1980)

In principe is de methodiek van Mintzberg (1980) van toepassing op gehele organisaties en niet in het bijzonder voor projectorganisaties binnen bedrijven. Projectorganisaties hebben echter een bepaalde mate van autonomie binnen een bedrijf. Ze vallen vaak buiten de dagelijkse werkzaamheden en zijn daarmee in principe een kleine op zichzelf staande organisatie.

De methodiek van Mintzberg (1980) is met uitzondering de leeftijd van het bedrijf en de mate

van automatisering toepasbaar. Een project is over het algemeen ‘jong’. Tevens vertoont ‘technische systemen’ geen verschil bij verschillende coördinaties en is daardoor niet van belang (Mintzberg, 1980). Deze twee criteria vallen dan ook buiten datgene dat geëvalueerd wordt.

Het model van Mintzberg (1980) kan tweezijdig in dit onderzoek gebruikt worden. In de evaluatie (hoofdstuk 4) kan worden bepaald welke coördinatiemechanisme(n) in de organisatie toegepast worden. Daarnaast kunnen de ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren geanalyseerd worden. De coördinatiemechanismen kunnen vervolgens met de parameters en factoren worden vergeleken en er kan worden bepaald of en in welke mate deze overeenkomen.

Voor het verbetervoorstel kunnen juist de parameters en factoren worden bepaald, op basis van de voorziene nieuwe situatie, waarbij een aansluitend coördinatiemechanisme(n) kan worden geadviseerd.

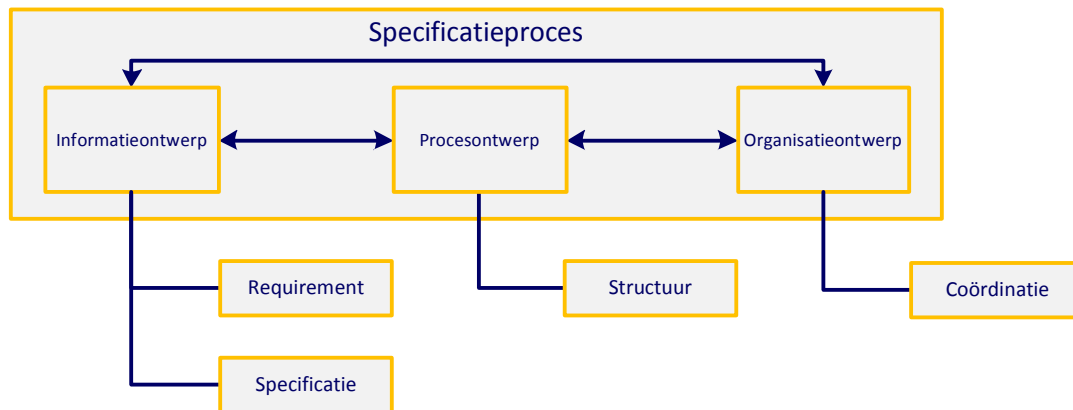
2.3 HET BEPALEN VAN DE EFFECTIVITEIT VAN HET SPECIFICATIEPROCES

De effectiviteit van het specificatieproces is te bepalen met behulp van de rationele doel benadering (Cunningham, 1977). De kern van deze benadering is de mogelijkheid van een organisatie om zijn doelen te bereiken. In het kader van het IC-S project gaat het om het produceren van een specificatie. De effectiviteit van een specificatie (informatieontwerp) hangt samen met de effectiviteit van het proces- en organisatieontwerp. Wanneer die drie elementen effectief op elkaar aansluiten, kan gesteld worden dat het specificatieproces effectief is, met een effectieve specificatie als resultaat.

In voorgaande paragrafen in dit hoofdstuk zijn de criteria gegeven waarmee de effectiviteit van elk van de elementen geëvalueerd kan worden. Dat wil zeggen, een specificatiedocument moet voldoen aan een bepaalde opbouw en structuur. In het informatieontwerp zijn de criteria voor het format en de content van een requirement in de vorm requirementcomponenten, requirementcriteria en kwaliteitscriteria geformuleerd. Daarbij is ook aangegeven wat een effectieve document indeling is voor een specificatie. Bij het procesontwerp is een structuur gegeven, waarvan geëvalueerd kan worden of alle fasen worden uitgevoerd en ook in welke mate. Voor het organisatieontwerp kan aan de hand van het model van Mintzberg (1980) bepaald worden of de ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren aansluiten bij de toegepaste coördinatiemechanismen. Een goede afstemming tussen de drie ontwerpen is ook van belang voor de effectiviteit een specificatie. Immers als er wel kwaliteitscriteria zijn, maar deze niet worden nageleefd door onvoldoende coördinatie, zal dit uiteindelijk tot een niet-effectieve specificatie leiden. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor de structuur. Een vooraf gedefinieerde structuur sluit niet aan bij wederzijdse afstemming als coördinatiemechanisme. Het is daarmee van belang de onderlinge relatie tussen de elementen dan ook in de evaluatie mee te nemen. Alleen bij een goede afstemming tussen de drie ontwerpen (informatie, proces en organisatie) zal een effectief eindresultaat te behalen zijn.

2.4 CONCLUSIE

Het theoretisch kader is weer te geven in één figuur (5), het conceptueel model. Met dit model is duidelijk weer te geven welke concepten in de voorgaande paragrafen zijn beschreven en hoe deze zich tot elkaar verhouden. Er zijn drie ontwerpen, te weten proces, organisatie en informatie. (Cule, 1995) met onderliggende elementen voor elk ontwerp.



Figuur 5: Conceptueel model van het specificatieproces

Door middel van de in dit hoofdstuk beschreven ‘drie-eenheid’ is er een theoretisch kader waarmee de huidige situatie beschreven en geëvalueerd kan worden. De effectiviteit van het IC-S project kan worden bepaald door het gebruiken van de rationele doel benadering (Cunningham, 1977). De effectiviteit van de specificatie geldt daarbij als uitgangspunt. Ook kan hiermee de onderlinge relatie tussen de drie ontwerpen worden beschreven. Een keuze voor een bepaald coördinatiemechanisme heeft inherent gevolgen voor de processtructuur, maar ook voor het informatieontwerp. Het gaat hierbij dus niet alleen om de afzonderlijke ontwerpen, maar ook om de onderlinge relaties tussen die ontwerpen.

Op basis van het theoretisch kader dat in dit hoofdstuk is beschreven, is inzichtelijk welke informatie nodig is om de huidige aanpak van NS in het IC-S project te kunnen evalueren. Bijvoorbeeld hoe het format en de content van een requirement eruit ziet, welke processtructuur kent het IC-S project en hoe wordt het project georganiseerd? Deze beschrijving volgt in het komende hoofdstuk.

3 BESCHRIJVING VAN HET HUIDIGE SPECIFICATIEPROCES

3.1 INLEIDING

Het doel van dit hoofdstuk is het zo objectief mogelijk beschrijven van het specificatieproces zoals dat tot op het moment van onderzoek verliep bij NS. Hiervoor is beschikbare documentatie van het IC-S project gebruikt, dat liep van de zomer van 2007 tot september 2008. Dit materieelproject is gebruikt, omdat dit het laatste grote specificatietraject voor nieuwbouwmaterieel en is daarmee ook de laatste weergave is van de aanpak van het specificeren door NS.

Vanaf het begin stond er grote druk op het IC-S project. Uit een studie was gebleken, dat binnen relatief korte termijn dringend behoefte aan nieuw intercity materieel zou ontstaan. Om het nieuwe materieel te kunnen realiseren moest zo snel mogelijk begonnen worden met het aanbestedingsproces (lopende van de initiële behoefte aan materieel tot aan het afsluiten van het contract met de fabrikant). Voortschrijdend inzicht leidde in de zomer van 2008 tot een verandering in de verwachte behoefte. Dat had het besluit om het IC-S project stop te zetten tot gevolg. Tot september van dat jaar werd de tijd genomen om de specificatie zo goed als mogelijk af te ronden en het materieelproject te evalueren. Vervolgens werd het project IC-S in de koelkast gezet in afwachting van een nieuwe noodzaak voor intercity materieel (NSR Materieel, 2008).

Dit hoofdstuk is gestructureerd op basis van het conceptueel model uit het theoretisch kader (figuur 7). Het hoofdstuk moet daarmee antwoord geven op de vraag hoe een specificatie (en requirements) van het IC-S project er uit zien. Welke fasen daarvoor werden doorlopen en hoe de totstandkoming is gecoördineerd. Deze informatie wordt in het volgende hoofdstuk gebruikt om de huidige aanpak van NS te kunnen evalueren en mogelijke knelpunten te kunnen identificeren. Allereerst wordt in de komende paragraaf de specificatie van het IC-S project beschreven.

3.2 DE BESCHRIJVING VAN HET INFORMATIEONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

DE SPECIFICATIE VAN HET IC-S PROJECT

Het IC-S projectteam formuleerde tezamen met ‘stakeholders’³ belangrijke uitgangspunten voor het opstellen van de specificatie. Een aantal, voor dit onderzoek relevante, uitgangspunten waren:

- de hoeveelheid requirements moet uit beheersbaarheidsoogpunt beperkt blijven tot maximaal 100 stuks (NSR Materieel, 2007);
- er wordt, waar mogelijk, aangesloten bij bestaande en bewezen (“standaard”) producten van leveranciers (NSR Materieel, 2008);
- NS specifieke toepassingen worden vermeden (NSR Materieel, 2008);
- door in de specificaties eisen te beperken tot strikt noodzakelijke randvoorwaarden en wensen functioneel te specificeren, de verantwoordelijkheid voor het product en haar performance neer te leggen bij de leverancier, en te focussen op ‘Life Cycle Cost’ (NSR Materieel, 2008).
- alle ‘stakeholders’ zijn betrokken en hebben inbreng kunnen leveren bij de specificatie en de projectopzet (NSR Materieel, 2008);

De eerste vier punten sluiten aan bij de behoefte van de NS directie om zich meer toe te leggen op standaard materieel (COTS), zodat de kosten van nieuw materieel laag gehouden kunnen worden. Hierbij moeten de eisen van NS tot een minimum aantal beperkt blijven vanuit het oogpunt dat elke specifieke NS wens gevolgen heeft voor de aanschafprijs en het onderhoud, de ‘life-cycle’ kosten. Het laatste punt betreft het betrekken van ‘stakeholders’ bij het specificatieproces om zodoende de acceptatie van de specificatie te vergroten.

In de specificatie komen alle requirements van het IC-S project samen. Als voorbeeld is in tabel 8 een overzicht van de hoofdstukken van de IC-S specificatie getoond. Ter illustratie zijn voor dit hoofdstuk ook alle paragrafen weergegeven. De volledige documentindeling van de IC-S specificatie inclusief sub-hoofdstukken staat in bijlage B.

³ Stakeholders zijn alle betrokken afdelingen vanuit NS, bijvoorbeeld de afdeling logistiek, commercie of NedTrain. De afzonderlijke afdelingen vertegenwoordigen in enkele gevallen ook externe partijen. Deze externe partijen zijn in geen enkel geval direct betrokken bij een materieelproject.

1	Introduction
2	General
3	Pre conditions for the design of the Train Sets
4	The design of the Train Sets
5	Life Cycle Costs and RAM
6	The construction of the Train Sets
7	The systems
7.1	Car body
7.2	Interior of the Train Set
7.3	Climate control system
7.4	Door system
7.5	Running gear
7.6	Drawing and buffing gear
7.7	Air supply installation
7.8	Braking system
7.9	High Voltage Installation
7.10	Traction installation
7.11	Low voltage installation
7.12	Control system
7.13	GSM-R
7.14	Automatic train control
7.15	Driver's Vigilance Device
7.16	Automatic Run Registration ARR
7.17	Signal-lights
7.18	Horn
7.19	Diagnosis system
7.20	Passenger information system
7.21	IT Service System

Tabel 8: Hoofdstuk indeling van het IC-S specificatiedocument (IC-S Specificatie, 2008)

DE GEHANTEERDE BESCHRIJVING VAN REQUIREMENTS IN DE IC-S SPECIFICATIE

Om te illustreren hoe een NS requirement wordt opgesteld (format) volgt een voorbeeld van een functionele requirement uit de IC-S specificatie. Het betreft de weercondities waarbinnen NS materieel operationeel moest zijn. Deze requirement was in hoofdstuk drie van het specificatiedocument (tabel 8) ingedeeld onder de paragraaf ‘climatic conditions’.

“The Train set shall be able to function perfectly without restrictions under all prevailing weather conditions in the Netherlands as well as under the conditions: glazed frost and powder snow as well as particulate matter and ambient temperatures varying between -25°C and +40°C and the Train Set shall continue to be operable even after a stabling period of 14 hours in the sun and the Train Set shall be able to withstand operation in a corrosive environment with a relatively high salinity prevailing in coastal and industrial areas.”
(IC-S specificatie, 2008)

Elke requirement was naast een format van de beschrijving, zoals bovenstaand voorbeeld, in het Excel document voorzien van additionele informatie (de content):

Content	Omschrijving
Identification number	uniek identificatienummer voor elke requirement.
Chapter number	hoofdstuk en paragraaf nummer die de plaats van een requirement binnen de structuur van een specificatie aangeeft.
Category	status van de requirement (minimale eis, optie, info, criterium).
Requirement text	beschrijving van de requirement.
Information to be submitted	geeft aan welke informatie door de leverancier geleverd moet worden.
Preliminary design review	wordt gebruikt voor onderdelen van de trein waarvan het ontwerp beoordeeld wordt, bijvoorbeeld het interieur.
Final design review	idem.
Type tests on train sets	geeft aan met welk type test de requirement getest wordt
Commissioning tests	geeft aan welke tests worden uitgevoerd bij levering van de trein.
RAMS verification	geeft aan hoe de RAMS-criteria die waren overeengekomen met de leverancier worden gemeten of beoordeeld na indienststelling.

Tabel 9: De invulvelden van het 'werk' specificatiedocument (IC-S specificatie, 2008)

De kwaliteit van requirements werd getoetst tijdens zogenaamde reviewsessies (zie procesontwerp) op basis van de volgende criteria:

Criterium	Omschrijving
Volledig	zijn de verplichte informatievelden volledig ingevuld?
Noodzaak	is de nut- en noodzaakonderbouwing van de gevraagde functionaliteit helder beschreven?
Eenduidig	wordt de requirement door ieder op dezelfde wijze begrepen?
Functionele requirement	is het een functionele requirement en bijvoorbeeld geen verkapt technische requirement?
Open requirement	is de requirement zodanig opgesteld dat de invulling van de functie niet alleen een reeds gebruikte NS oplossing kan zijn, maar dit geheel vrij aan de fabrikant is?
Kosten	kunnen de kosten die de requirement veroorzaakt binnen het project budget worden verantwoord?
Leverbaar	is de gevraagde functionaliteit op de markt leverbaar?
Projectopdracht	past de gevraagde functionaliteit binnen de 'scope' van de projectopdracht?

Tabel 10: Criteria voor de beoordeling van de kwaliteit van een requirement (Review IC-S specificatie, 2008)

3.3 DE BESCHRIJVING VAN HET PROCESONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

Voor het specificatieproces bestond er ten tijde van het onderzoek geen vastgelegde en gedocumenteerde structuur. Deze beschrijving is daarom gebaseerd op de bedrijfsdocumenten en aangevuld met informatie uit persoonlijke gesprekken op punten waarover de bedrijfsdocumenten onduidelijk waren.

De eerste stap van het specificatieproces was het samenstellen van een projectteam met leden vanuit verschillende afdelingen van de organisatie. Voor de daaropvolgende fase van het proces, het opstellen van de projectopdracht, was informatie van CT Rolma en de overige stakeholders nodig betreffende de eisen en randvoorwaarden van het project. In het projectplan werd vastgelegd welke keuzes aangaande uitgangspunten voor het materieel waren gemaakt. Het ging hierbij om kosten, inzetmogelijkheden en business targets. (Projectteam overleg IC-S, 2007). In het project werd het eindproduct op globaal en functioneel niveau beschreven (Materieelproject, 2008). Deze informatie werd bij het zoeken naar behoeften, maar ook bij het samenstellen van de specificatie gebruikt als toetsingskader. Een aantal van de speerpunten uit de projectopdracht van IC-S staan in de inleiding van dit hoofdstuk.

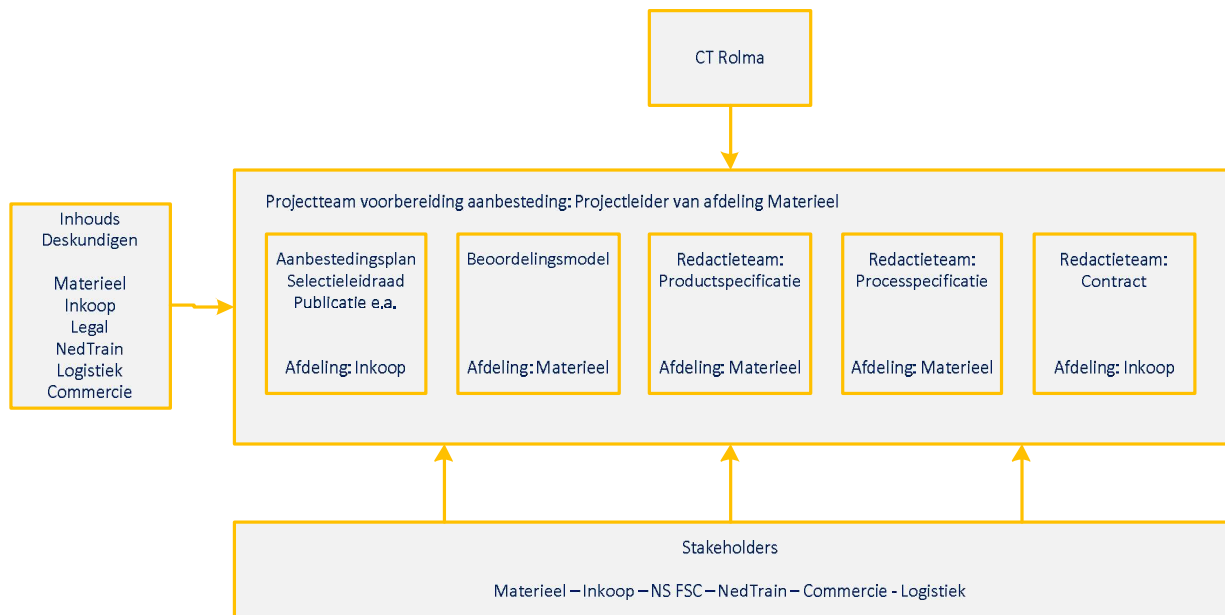
In het geval van het IC-S project was de projectopdracht nog niet klaar toen aan de volgende fase werd begonnen. Pas op een later moment, na wijzigingen, is de projectopdracht geformaliseerd. Het proces ging vervolgens van start met het analyseren van de laatst opgestelde specificatie en bekeek welke requirements hier bruikbaar uit waren (al dan niet in aangepaste vorm) voor de nieuwe specificatie. Tegelijkertijd werden verschillende interne afdelingen, die afhankelijk waren van een trein voor het uitvoeren van hun taken, benaderd voor de inbreng van nieuwe requirements.

Deze requirements werden allemaal (oud en nieuw) in één Excel document verzameld, waarna deze werden verspreid aan de leden van het projectteam en de stakeholders. In opeenvolgende reviewsessies werden alle requirements doorgesproken met het projectteam en werd het format, de content en wenselijkheid van de requirements besproken en beoordeeld. Bij de beoordeling was de afstemming tussen stakeholders doorslaggevend. Hiertoe behoorde ook het inpassen van de requirement binnen de specificatie en het beoordelen van mogelijke tegenstrijdigheden in de specificatie.

Gelijktijdig aan deze sessie werden requirements getest op werking (prototyping). Een voorbeeld hiervan was dat naar de keuze voor de stoelen onderzoek onder reizigers op stations werd gedaan met verschillende exemplaren. Dit ter ondersteuning van de keuzes die gemaakt moeten worden tijdens de sessies (bijvoorbeeld de keus voor een bepaald stoelontwerp). Prototyping werd maar voor een zeer beperkt aantal requirements uitgevoerd. Deze sessies leidde tot een set requirements die door de projectmedewerkers uiteindelijk werden gebundeld tot één specificatie. Als laatste werd het specificatieproces door de projectleider geëvalueerd en vastgelegd voor gebruik bij toekomstige specificatieprocessen.

3.4 DE BESCHRIJVING VAN HET ORGANISATIEONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

Figuur 6 geeft de organisatiestructuur weer voor het IC-S materieelproject. Het ‘redactieteam: productspecificatie’ is de focus van dit onderzoek. De overige genoemde teams zijn niet direct gerelateerd aan dit onderzoek, maar door middel van onderstaand figuur kan het ‘redactieteam: productspecificatie’ in de context van een materieelproject geplaatst worden.



Figuur 6: Beschrijving van de IC-S projectorganisatie (IC-S projectorganisatie, 2008)

Op basis van figuur 6 zijn vijf partijen te onderscheiden:

- **CT Rolma:** een tijdelijke werkgroep met gedelegeerde bevoegdheden vanuit de directie opgericht voor materieelprojecten. Hierin namen business unit managers plaats van afdelingen die betrokken waren bij de totstandkoming van het nieuwe materieel. Het was een controle en beoordelingsorgaan en eindverantwoordelijk voor bepaalde keuzes die in het project genomen worden, zoals het goedkeuren van de complete specificatie;
- **projectteam:** het projectteam is onder leiding van de projectleider verantwoordelijk voor de totstandkoming van het materieelproject. Het project was onderverdeeld in meerdere teams zoals in figuur 8 te zien is. De beschrijving in dit onderzoek focust zich op het specificatieproces. Dit valt onder het redactieteam productspecificatie uit figuur 8. Voor het specificatieproces waren ook enkele (ondersteunende) medewerkers werkzaam;
- **stakeholders:** een vertegenwoordiger van een interne afdeling (waarvan enkele ook meerdere interne of externe stakeholders vertegenwoordigen), die bepaalde eisen en wensen had aangaande nieuw materieel voor het vervullen van hun taak;
- **inhoudsdeskundigen:** medewerkers die vanuit hun vakgebied waren betrokken bij het specificatieproces om gespecialiseerde kennis in te brengen.

Stakeholders waren in de vorm van vertegenwoordigers ook verantwoordelijk voor het inbrengen van nieuwe eisen vanuit hun deel van de organisatie. Het hoofd projecten verwoordde zijn ervaringen met de wijze van informatievergaring als volgt:

“Bij het inventariseren wordt er vanuit gegaan dat de vertegenwoordiger ... de resultaten van het specificatieproces terug communiceert naar zijn achterban. Dit gebeurt lang niet altijd. Zo bleek het nieuwe Sprintermaterieel SLT niet te zijn geconfigureerd op de gangbare instandhoudingmethodiek van NedTrain ... Terwijl NedTrain toch altijd was vertegenwoordigd in het projectteam. Kennelijk waren de resultaten van het specificatieproces ... niet goed gecommuniceerd naar de voor de instandhouding verantwoordelijke onderdelen van de NedTrain organisatie.” (hoofd projecten, 2009)

Het verzoek om informatie werd binnen de afdeling uitgezet via tussenpersonen die op hun beurt weer informatie van medewerkers verkregen. Informatie die bij het specificatieproces komt ging daarbij over veel schakels, zoals het bovenstaande voorbeeld illustreert.

3.5 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk is het specificatieproces van NS beschreven op basis van de drie ontwerpen (informatie, proces en organisatie). Daarmee zijn de vragen voor dit deel van het onderzoek beantwoord, namelijk hoe ziet een specificatie (en onderliggende requirements) bij NS eruit, in welke stappen komt deze specificatie tot stand en wie zijn daar bij betrokken. Hiermee is beschreven wat de aanpak van NS was voor het produceren van een specificatie. Met deze beschrijving kan in de evaluatie in combinatie met het theoretisch kader de mate van effectiviteit van het specificatieproces bepaald worden. Voldoet het beschrijven van requirements zoals dat in de huidige situatie gebeurt, zorgt de processtructuur voor het gewenste eindresultaat en is voor het juiste coördinatiemechanisme(n) gekozen? Deze vragen worden in het komende hoofdstuk beantwoord.

4 EVALUATIE VAN HET IC-S PROJECT

4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn drie vragen van belang. Ten eerste, is de specificatie van het IC-S project effectief, ten tweede is de totstandkoming van die specificatie effectief en ten derde is de coördinatie van de totstandkoming van de specificatie effectief? Dit wordt geëvalueerd op basis van de criteria die zijn gedefinieerd in theoretisch kader in combinatie met de beschrijving uit hoofdstuk drie. De evaluatie is op dezelfde wijze gestructureerd als de vorige twee hoofdstukken. Als eerste wordt dan ook het informatieontwerp, de specificatie en de requirements, geëvalueerd. Daarna volgt de evaluatie van het proces. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf waarin de coördinatie van het proces wordt geëvalueerd. In de conclusie is het mogelijk om vervolgens effectieve en ineffectieve elementen te onderscheiden. Beide zijn relevant als beginpunt voor het verbetervoorstel in hoofdstuk 5.

4.2 DE EVALUATIE VAN HET INFORMATIEONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

In paragraaf 3.2 worden een aantal speerpunten uit het projectplan van het IC-S project vermeld, bijvoorbeeld het maximaal aantal requirements die in de specificatie mogen staan of de eis om strikt functioneel te specificeren. De keuzes die in het projectplan worden gemaakt staan vallen buiten het kader van dit onderzoek. Belangrijk is alleen dat in het projectplan duidelijke keuzes worden gemaakt, die worden ondersteund door het topmanagement gedurende het specificatieproces. Duidelijke en goed onderbouwde keuzes zijn van belang omdat in een later stadium van het proces de gemaakte keuzes uit het projectplan gebruikt kunnen worden als (een deel van de) criteria om requirements en de specificatie te kunnen beoordelen. Dit is kort te illustreren naar aanleiding van de speerpunten van het IC-S project genoemd in paragraaf 3.2 waarbij het noodzakelijk is om enigszins inhoudelijk te oordelen. Deze speerpunten beschrijven bijvoorbeeld een maximum aantal requirements, de wens om voornamelijk functioneel te specificeren, standaard materieel te bestellen en vooral geen eigen specifieke toepassingen te specificeren. Uit de specificatie blijkt dat geen van alle speerpunten in geheel verwezenlijkt zijn. Dit is ook niet onverwacht. Het is niet van belang om een maximaal aantal requirements voor te schrijven, maar het is van belang om alleen requirements te formuleren die noodzakelijk zijn voor het vervullen van de functie van het product. Dit geldt ook voor de discussie over de keuze voor functionele of technische requirements. Een niet flexibele instelling door de keuze voor bijvoorbeeld één van de twee garandeert geen betere specificatie of bijvoorbeeld lagere kosten. Het gaat om het kiezen van de juiste vorm voor het invullen van een bepaalde functiebehoefte, dus niet om een specifieke keus voor het een of de ander. Dit geldt ook voor NS specifieke toepassingen. Hierbij is het vaak een afweging waarin niet alleen kosten van belang zijn, maar ook veiligheid, instandhouding⁴ of een CAO. Samenvattend is het van belang dat een projectopdracht geen

⁴ Staat voor het operationeel houden van het materieel, bijvoorbeeld door onderhoudsprogramma's.

keuzes voor het specificatieproces bepaald, maar alleen de kaders ofwel de globale functie vereisten voor het nieuwe materieel, die gebruikt kunnen worden bij het creëren van requirements.

DE EFFECTIVITEIT VAN DE IC-S SPECIFICATIE

De effectiviteit van de specificatie is te bepalen op basis van de documentindeling en door middel van de ‘verboden woordenlijst’. Allereerst volgt een evaluatie van de documentindeling.

Als naar de indeling van het document wordt gekeken (zie tabel 8 in paragraaf 3.2.1) valt op dat deze nog gebaseerd is op een technisch ontwerp van een trein. Hoofdstukken als ‘het ontwerp van de trein’, ‘constructie van de trein’ en ‘systemen’ duiden op het technisch ontwerpen van een trein in tegenstelling tot het functioneel ontwerpen en specificeren van een trein. De indeling van Robertson en Robertson (2008) toont een ander beeld (tabel 11). In de project drivers wordt beschreven wat het doel van het product is, wie de klant is, wie er gebruik zullen maken van het product (bijvoorbeeld reizigers en onderhoudstechnici). In de ‘project constraints’ wordt beschreven binnen welke kaders het product gerealiseerd moet worden ook wordt hier nuttige informatie over het gebruik van het product geplaatst. Hoofdstuk drie en vier van de indeling (tabel 11) beschrijven de functionele en technische requirements. Het laatste hoofdstuk beschrijft mogelijke vraagstukken, bijvoorbeeld de integratie van het product in de bestaande infrastructuur.

1	Project Drivers
2	Project Constraints
3	Functional requirements
4	Nonfunctional requirements
5	Project Issues

Tabel 11: Een effectieve specificatie indeling volgens Robertson en Robertson (2008)

In de specificatie van het IC-S project staat al deze informatie door elkaar beschreven. Zo is in hoofdstuk zeven (the systems) van de IC-S specificatie ook de gehele vertrekprocedure van NS beschreven terwijl dit volgens Robertson en Robertson (2008) onder de randvoorwaarden hoort te worden beschreven. De vertrekprocedure beschrijft tenslotte de omgeving waar binnen het product moet opereren. Ook de noodzaak van het scheiden van functionele en technische requirements wordt door NS zelf onderschreven. Meier et al. (2009) beschrijven de drie fasen van specificaties waar van een abstract naar gedetailleerde beschrijving wordt gewerkt, ofwel van functioneel naar technisch. Dit is ook in overeenstemming met het eerder beschreven V-model, waar dit op dezelfde wijze wordt gedaan. De technische invulling kan pas volgen op basis van een functionele requirement. Het door elkaar plaatsen van functionele en technische requirements, maar bijvoorbeeld ook de randvoorwaarden is verwarrend en daarom niet effectief. De opbouw van het ‘verhaal’, zijnde de eisen van de klant, van het product dat beschreven wordt in een specificatie, is daardoor niet begrijpelijk en dit werkt interpretatie fouten in de hand.

Naast de documentindeling kan een oriënterend inzicht in de effectiviteit van de specificatie worden verkregen door deze te analyseren met behulp van een zogenaamde ‘verboden’ woordenlijst (ECCS, 1997; bijlage C). In tabel 11 staan de resultaten van deze analyse.

Term	IC-S
and/or	5
etc	16
relevant	7
necessary	16
appropriate	1
as far as possible	1
optimize / optimum / optimal	5
minimize *)	5
maximize *)	-
easy	4
sufficient(ly)	8
enough	4
suitable	9
adequate	-
large	3
state of the art	1
Totaal	85

*) minimal en maximal en minimum en maximum komen vaak voor, deels als

Tabel 12: Overzicht van ‘verboden’ woorden in de IC-S specificatie (gebaseerd op ECCS, 1997; IC-S Specificatie, 2008)

Deze woorden zijn indicatoren voor onder andere samengestelde requirements (and/or), waarbij in één requirement meerdere eisen zijn verwoord. Ook niet meetbare requirements kunnen hiermee worden herkend (minimize/maximize). De aanwezigheid van een ‘verboden’ woord in een requirement verzwakt de kwaliteit van een requirements. In de IC-S specificatie zijn er 85 ‘verboden’ woorden (tabel 12) op een totaal van 691 requirements gevonden. Als er wordt uitgegaan van één verboden woord per requirement, bevat 12,3% van alle requirements een ‘verboden’ woord. Een dergelijk percentage duidt op consistente fouten in het formuleren van de requirements en de kwaliteitscontrole. In de analyse van afzonderlijke requirements in de volgende paragraaf wordt hier uitgebreid op ingegaan.

Als de IC-S specificatie wordt beoordeeld op overzichtelijk- en leesbaarheid zijn er veel verbeteringen mogelijk. Het duidelijk scheiden van de randvoorwaarden en informatie over bijvoorbeeld de omgeving van het product van de daadwerkelijke functionele en technische requirements zorgt voor een betere opbouw van het document, dat moet resulteren in een overzichtelijker, leesbaarder en duidelijker document dat daardoor beter te interpreteren is. Uit de oriënterende analyse van de ‘verboden woorden’ blijkt dat individuele requirements niet effectief zijn. In de komende paragraaf wordt dit gedetailleerd geëvalueerd.

DE EFFECTIVITEIT VAN DE IC-S REQUIREMENTS

Hoe NS Reizigers requirements formuleerde, laat het voorbeeld uit de beschrijving in paragraaf 3.2.2. uit het IC-S project zien.

*“The Train set shall be able to function perfectly without restrictions under all prevailing weather conditions in the Netherlands **as well as** under the conditions: glazed frost **and** powder snow **as well as** particulate matter **and** ambient temperatures varying between -25°C and +40°C **and** the Train Set shall continue to be operable even after a stabling period of 14 hours in the sun **and** the Train Set shall be able to withstand operation in a corrosive environment with a relatively high salinity prevailing in coastal and industrial areas.”(IC-S specificatie 3.2, 2008)*

Het format van de requirement voldeed niet de criteria van Alexander en Stevens (2002) in die zin, dat er meerdere result types, objects en qualifiers en zijn (Tabel 13). Een user type ontbrak daarbij geheel. Daarnaast was de requirement een samenstelling van meerdere requirements, dit werd gekenmerkt door het woord ‘and’. Het format van een requirement behoorde één eis te omschrijven in dit geval bestaat de requirement uit meerdere eisen, die elkaar onderling uitsloten.

Elementen van een requirement	
Result type	shall be able to functionshall continue to be operable... ...shall be able to withstand...
Object	...perfectly without restrictions... ...even after... ...operation...
Qualifier	...under all prevailing weather conditions in the Netherlands as well as under the conditions: Glazed frost and powder snow as well as particulate matter and ambient temperatures varying between -25°C and +40°C... ...a stabling period of 14 hours in the sun... ...in a corrosive environment with a relatively high salinity prevailing in coastal and industrial areas...

Tabel 13: Overzicht result types, objects and qualifiers in voorbeeld requirement (op basis van Alexander en Stevens, 2002)

De content van de requirement is te analyseren op basis van de criteria uit tabel 5 (zie paragraaf 2.2.1). In de tabel 14 wordt per criterium aangegeven of is voldaan aan het criterium inclusief een toelichting.

Een effectieve requirement moet voldoen aan alle criteria. Bij de onderstaande analyse wordt aan acht criteria niet voldaan (tabel 14). Daarentegen wordt aan vijf criteria wel voldaan. De requirement is daardoor niet effectief. Als verder wordt gekeken naar de informatie die van elke requirement werd bijgehouden zoals in tabel 8 in paragraaf 3.2.2 wordt beschreven en wordt vergeleken met de criteria van Robertson en Robertson (2008) en Young (2003),

ontbreken een aantal criteria, zoals de bron, auteur, prioriteit en status. Hiermee kan bijvoorbeeld achterhaald worden van wie een requirement afkomstig is als er vragen over zijn. Van de criteria die wel overeenkomen, bijvoorbeeld identificatienummer, tekst, plaats in de indeling en verificatie is in het laatste geval vaak niet beschreven hoe de requirement geïllustreerd zal worden. Dit is ook niet geheel onverwacht. Zoals met de voorbeeld requirement is geïllustreerd, maar ook met de specificatieanalyse, zijn veel requirements op dermate wijze geformuleerd dat deze ook niet verifieerbaar zijn. De woorden minimal, maximal, appropriately en necessary zijn hier bijvoorbeeld indicatoren voor.

Navraag bij NS naar het ontstaan van deze requirement leerde dat een requirement uit de meest recente specificatie vaak wordt aangevuld met aanvullende eisen, die de recentelijk ervaren problematiek met het materieel moet voorkomen. Deze ‘aangevulde’ requirement wordt vervolgens opgenomen in de nieuwe specificatie. Een voorbeeld hiervan is het bestand zijn van materieel tegen poedersneeuw. Deze eis kwam voort uit het binnendringen van een bepaald type sneeuw door ventilatieroosters die zich aan het exterieur van de trein bevinden⁵. Dit specifieke type sneeuw smelt vervolgens waarna het problemen kan veroorzaken in de technische systemen van de trein. Onderliggend probleem is hierbij dat de trein bestand moet zijn tegen water dat de technische systemen kan bereiken. Het type neerslag is daarbij eigenlijk niet relevant. Het is dus ook noodzaak de echte functie te beschrijven in tegenstelling van het probleem op te lossen met een requirement die alleen een specifieke en beperkte omstandigheid beschrijft.

Voor het formuleren van requirements qua format en content kon het IC-S projectteam beschikken over voorbeeldmateriaal, bijvoorbeeld ‘Writing effective requirements’ en ‘Getting it right the first time’. Daarnaast bood dat materieel ook voldoende handreikingen tot een eventueel verdere verdieping in het onderwerp. Uit de analyse in deze paragraaf blijkt dat dit voorbeeld materiaal niet (afdoende) zijn gebruikt, terwijl hier veel fouten mee voorkomen hadden kunnen worden.

De combinatie van gebreken in de requirements in de bovenstaande analyse resulteert in onder andere niet haalbare, eenduidige en meetbare requirements. Hiermee laat de specificatie teveel ruimte voor interpretatie aan de fabrikant. Daarnaast is het uiteindelijke materieel niet verifieerbaar, omdat de requirements bijvoorbeeld niet meetbaar zijn. Hierdoor is de specificatie niet effectief. Dit maakt het onzeker of het eindproduct zal voldoen aan de verwachtingen van stakeholders, die aan het opstellen van deze specificatie ten grondslag lag. In de volgende paragrafen wordt geëvalueerd waar een mogelijk oorzaak voor de ineffectieve specificatie ligt, in het proces- of organisatieontwerp.

⁵ Dit probleem kwam naar voren bij operationeel VIRM materieel in een winterperiode. Dergelijke problemen zijn in de winter van 2010 ook bij SLT materieel ondervonden.

Criterion	Voldaan?	Toelichting
Necessary	Ja	de requirement is noodzakelijk, dit is tijdens de afgelopen winter ook gebleken.
Feasible	Nee	de requirement is zoals nu geformuleerd niet haalbaar, immers wat is 'perfect opereren' en wat zijn alle voorkomende weersomstandigheden? Mag verwacht worden dat bij één meter sneeuw treinen nog volledig operationeel zijn?
Verifiable	Nee	de requirement is deels meetbaar, er is een temperatuurbereik aangegeven waarbinnen het materieel operationeel behoort te zijn, alsook een bepaalde tijdsduur. Dit is alleen een selectie van de condities die in de requirement beschreven worden. Hoe gaat bijvoorbeeld het opereren onder sneeuw geverifieerd worden?
Traceable	Nee	de herkomst van de requirement is onduidelijk.
Unambiguous	Nee	de requirement is niet eenduidig. Er wordt gesteld dat een trein onder alle omstandigheden operationeel moet kunnen zijn. Vervolgens worden een aantal omstandigheden gespecificeerd, maar deze zijn niet allesomvattend. Daarbij is de requirement ook een combinatie van randvoorwaarden/informatie en eisen. De hoge zoutwaarden in de kustgebieden betreffen meer randvoorwaarden/informatie.
Non-redundant	Ja	de requirement overlapt niet met andere eisen. Alhoewel de verschillende eisen binnen de requirement wel met elkaar overlappen.
Allocated	Ja	de requirement is in de indeling van de specificatie geplaatst. hoofdstuk drie, 'climatic conditions'.
Tolerance	Nee	alleen voor de operationele temperatuur is een bereik aangegeven. Voor de overige eisen in de requirement is dit niet gedaan.
Consistent	Nee	de requirement is niet consistent, eisen en informatie worden door elkaar gebruikt. Het is een combinatie van niet eenduidige en volledige eisen.
Complete	Nee	het is geen complete requirement, dit blijkt uit de analyse bij 'unambiguous' en 'consistent'.
Design independent	Ja	het is wel een functionele requirement, er wordt geen technische oplossing beschreven voor de gestelde eisen.
Actual	Ja	zie ook 'necessary'.
Concise	Nee	de requirement is onnodig ingewikkeld doordat het een samenstelling van meerdere eisen is (zie de woorden 'and' en 'as well as'), omstandigheden niet volledig gespecificeerd worden (of alle weersomstandigheden operabel of alle mogelijke weersomstandigheden specificeren). Als laatste zijn niet alle eisen meetbaar die in de requirement staan.

Tabel 14: Analyse van de content van een requirement op basis van de kwaliteitscriteria (op basis van ECCS, 2009; Robertson en Robertson, 2008; VWS, 2005; Young, 2003)

4.3 DE EVALUATIE VAN HET PROCESONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

De structuur van het huidige proces is te analyseren op basis van de structuur die Robertson en Robertson (2008) aandragen.



Figuur 7: Procesontwerp (aangepast op basis van Robertson en Robertson, 2008)

Komen de fasen overeen en zo ja, in welke mate? Daarnaast zal ook uit de analyse van de structuur blijken of er stage gates (1993) zijn ingebouwd, welk aantal, voorafgaand aan welke fasen en de mate van effectiviteit. Als laatste wordt de wens ofwel visie van NS aangaande het procesontwerp geëvalueerd. Allereerst wordt aan de hand van de procesfasen die Robertson en Robertson (2008) aandragen de structuur van het IC-S project geëvalueerd.

Projectopdracht: ja, er werd een projectplan opgesteld, met daarin een globale beschrijving van het product, randvoorwaarden voor het project vanuit de visie van de NS directie, wetgeving en logistieke inzetmogelijkheden. In de IC-S casus was het projectplan alleen niet volledig afgerond alvorens de volgende fase van start was gegaan. Het projectplan wijzigde vervolgens nog een aantal maal, waardoor er de mogelijkheid bestond dat reeds geschreven requirements aangepast moet worden.

Hergebruiken van requirements: ja, de requirements uit de meest recente specificatie werden hergebruikt. Uit het voorbeeld van de informatieontwerp paragraaf is alleen gebleken dat dit ook risico's met zich meebracht als de kwaliteit daarvan niet goed getoetst werd. In de IC-S specificatie kwamen requirements voor die niet aan kwaliteitseisen voldeden en met exact dezelfde formulering in vorige specificaties terug waren te vinden.

Zoeken naar behoeften: ja, er werd actief 'gezocht' naar nieuwe behoeften in de organisatie. Hiervoor was vanuit de projectorganisatie geen gestructureerde aanpak voor aangedragen of geïnitieerd. Vanuit de oude specificatie werd gekeken, in samenwerking met professionals van de diverse stakeholders, op welke punten er aanpassing nodig was. Door het gebrek aan een gestructureerde aanpak werd het risico gelopen dat de inventarisatie onvolledig was. De afdeling Commercie had hiervoor als enige binnen NS een 'use-case'⁶ methode gebruikt,

⁶ Een 'use-case' beschrijft de interactie van een systeem (trein) met de gebruikers (reiziger, medewerker) en de actie die het systeem daarvoor moet ondernemen. Een serie aan 'use-cases' kunnen een 'use-case' model vormen

waarmee vanuit het oogpunt van de reiziger, functionele specificaties waren opgesteld naar aanleiding van zijn reis van A naar B (Meier en Matheussen, 2006). De ervaringen met deze methode werd door de afdeling Commercie als positief ervaren.

Daarnaast had de afdeling Materieel in het recente verleden een opzet gemaakt voor het gestructureerd opstellen van nieuwe behoeften genaamd een Functioneel Programma van Eisen (FpVE). Hiermee werd de opsteller ‘gedwongen’ vanuit meerdere oogpunten de behoefte te bekijken (kosten, veiligheid, implicaties voor bestaand materieel, etc.) (een voorbeeld hoofdstukindeling staat in bijlage G). Dit wordt alleen niet meer gebruikt. De ‘use-case’ methode was ook niet verspreid binnen de organisatie. Er was derhalve binnen NS geen eenduidige methode voor het inventariseren van functiebehoeften.

Schrijven van requirements: ja, requirements werden geschreven. Hoe dit werd gedaan staat in de paragraaf informatieontwerp beschreven. Daaruit is gebleken dat het schrijven van de requirements niet effectief gebeurde.

Prototype de requirements: ja, in specifieke gevallen, zoals ook in de procesbeschrijving is te lezen, werd prototyping toegepast.

Kwaliteitscontrole: ja, er was sprake van een kwaliteitscontrole, in de beschrijving werd dit reviewsessie genoemd. De uitvoering van die reviewsessies was alleen niet effectief. In tabel 9 in paragraaf 3.2 staan criteria, waarvan in de evaluatie in de vorige paragraaf is gebleken dat deze niet afdoende zijn gehanteerd. Tevens is gebleken dat wanneer deze criteria wordt vergeleken met tabel 5 uit het theoretisch kader. Zoals eerder is aangehaald, wordt de mogelijkheid tot verifiëren niet getoetst, maar ook de haalbaarheid of de herleidbaarheid werden niet getoetst.

Daarnaast was bij de huidige aanpak de reviewsessie een combinatie van de fasen ‘quality gateway’ en ‘taking stock of the specification’. Hierdoor konden discussies over de kwaliteit of de wenselijkheid van een requirement moeilijk gescheiden worden. De aandacht voor, of de kwaliteit, of de wenselijkheid kon hierbij in het geding komen.

Samenstellen specificatie: ja, maar zoals in de ‘quality gateway’ al kort werd beschreven lopen de twee fasen door elkaar en belemmerde dit een effectieve uitvoering van beide fasen. Discussies konden daardoor verzanden in vragen over de kwaliteit van requirements waardoor de wenselijkheid van een requirement niet aan bod kwam, of vice versa.

Evalueren van de specificatie: nee, de specificatie werd na het stopzetten van het materieelproject niet geëvalueerd.

Samenvattend voert NS alle stappen van de structuur van Robertson en Robertson (2008) uit (op één na), maar de uitvoering is niet effectief. Hierdoor draagt het procesontwerp negatief bij aan de effectiviteit van de specificatie. Immers, bijvoorbeeld door het beter uitvoeren van

(Bittner en Spence, 2003). Dit kan bijvoorbeeld het reizen van A naar B zijn. Daarbij zijn mogelijke ‘use-cases’ instappen in de trein, een plaats zoeken, het meedragen van mogelijke bagage, uitstappen, enz.

de controle momenten in het proces hadden veel fouten die in de evaluatie van het informatieontwerp aan bod zijn gekomen voorkomen kunnen worden. De niet effectieve uitvoering, en deels ook de opzet, dragen in grote mate bij aan de oorzaak van de ineffectieve specificatie.

In dit proces zijn feitelijk twee ‘stage-gates’. Ten eerste het goedkeuren van de projectopdracht en ten tweede het toetsen van de kwaliteit van een requirement danwel het opnemen van de requirement in de specificatie. Er kan worden gesteld dat er geen sprake is van effectieve ‘stage-gates’. Het proces continueert zonder definitieve projectopdracht en de kwaliteitscontrole van requirements is onvoldoende. De controlemomenten zijn geen effectieve ‘stage-gates’ (go/no go) zoals die door Cooper en Kleinschmidt (1993) zijn voorzien.

Uit interviews met de afdelingshoofden van NSR Materieel is duidelijk geworden dat NS het specificatieproces wil loskoppelen van het materieelproject. De achterliggende reden hiervoor is dat NS graag sneller wil kunnen inspelen op marktveranderingen. Door het specificatieproces los te koppelen van een materieelproject wil NS het specificatieproces inkorten. Door continue een basis set van actuele requirements beschikbaar te hebben als startpunt voor een materieelproject, moet sneller tot de aanschaf van treinen kunnen worden overgegaan. Na uitgebreid onderzoek in wetenschappelijke literatuur is geen model gevonden dat hierin voorziet. In het verbetervoorstel zal daarom een model worden voorgesteld naar eigen ontwerp.

4.4 DE EVALUATIE VAN DE EFFECTIVITEIT VAN HET ORGANISATIEONTWERP VAN HET IC-S PROJECT

In dit hoofdstuk wordt de huidige aanpak van coördinatie geëvalueerd op basis van de methodiek van Mintzberg (1980), met behulp van ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren. Hiermee is het mogelijk de samenhang tussen de toegepaste coördinatiemechanismen en parameters en factoren te duiden. Daarin zal ook de relatie met het informatie- en procesontwerp naar voren komen. In de onderstaande tabel worden de ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren geëvalueerd en per stuk toegelicht.

Ontwerpparameters	Toelichting
Werkspecialisatie	horizontaal: hoog, Verticaal: hoog. Het project was weliswaar opgedeeld in vijf aandachtsgebieden, maar hiermee waren de taken nog steeds dermate breed dat medewerkers niet exact werd voorgeschreven wat ze exact moesten doen. Dit gold ook voor de verticale werkspecialisatie. Medewerkers hadden grote vrijheid over het werk dat er uitgevoerd moest worden.
Gedrags formalisatie	er waren geen vaststaande procedures voor het IC-S project aangaande het specificeren. Er was geen vaststaand procesontwerp, het project werd eerder ad-hoc uitgevoerd.
Training	uit de evaluatie van de twee voorgaande paragrafen (4.2 en 4.3) is gebleken dat er niet afdoende kennis en vaardigheden omtrent het specificeren aanwezig waren ten tijde van het IC-S project.
Afdelingsclustering	het project was geclusterd naar functie. Dit blijkt uit de organisatiestructuur (figuur 8, paragraaf 3.4) waarbij er verschillende ‘afdelingen’ waren gecreëerd die elk een eigen functie hadden.
Bureaucratisch/organisch	De structuur van het specificatieproces is bureaucratisch. Dit wordt voornamelijk bepaald door de organisatie waarin het specificatieproces actief is.
Span of control	gemiddeld vielen ongeveer 10 personen onder directe verantwoordelijkheid van de projectleider.
Planning en control systemen	de output (specificatie/requirements) waren niet gestandaardiseerd. Dit is gebleken uit de evaluatie van de specificatie en onderliggende requirements. Daarnaast waren de werkzaamheden (het opstellen van requirements) ook niet gecontroleerd. Er waren daarvoor geen voorschriften.
Onderlinge afstemming	er is sprake van veel onderlinge afstemming, bijvoorbeeld in CT Rolma meetings en in reviewsessies. De besluitvorming vond daar plaats door het onderling afstemmen van verschillende inzichten.
(de)Centralisatie	horizontaal: beperkt, verticaal: beperkt. Besluitvorming beperkte zich tot de lijnorganisatie en valt daarmee niet binnen de projectorganisatie. Verder draagt CT Rolma eindverantwoordelijkheid, maar zijn bijvoorbeeld de medewerkers betrokken bij reviewsessies wel gemachtigd om in die sessies besluiten te nemen, maar vanuit de lijnorganisatie.

Onzekerheidsfactoren	
Omgeving	de omgeving kan worden getypeerd als zijnde complex alsmede stabiel en dynamisch. Een trein is een zeer complex product waar bij het ontwerp sprake is van vele interacties tussen verschillende onderdelen ⁷ . De omgeving is daarbij deels stabiel en deels dynamisch. Onderdelen als wetgeving zijn aan weinig verandering onderhevig en wanneer deze veranderen is dit over het algemeen ruime tijd bekend. Onderdelen als bijvoorbeeld het interieur zijn onderhevig aan de op dat moment geldende ‘mode’ en zijn daardoor veel dynamischer.
Omvang	het specificatieproces binnen het IC-S project was van een beperkte omvang.
Machts zwaartepunt	het machtszwaartepunt ligt bij het IC-S project voornamelijk bij de projectleider, gedelegeerd vanuit CT Rolma Deze is betrokken bij alle onderdelen van het project (zoals geïllustreerd in figuur 8).

Tabel 15: Evaluatie ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren van het IC-S project (op basis van Mintzberg, 1980)

De evaluatie uit tabel 15 kan worden vergeleken met een tabel (tabel 7 paragraaf 2.2.3) van Mintzberg (1980) waarmee te bepalen is welk coördinatiemechanisme(n) het IC-S project kenmerkten. Een combinatie van directe supervisie en adhocratie kenmerkten het IC-S project. Een lage mate van formalisatie, training, planning en control en een machts zwaartepunt dat bij de projectleiding ligt, kenmerken het coördinatiemechanisme directe supervisie. De mate van onderlinge afstemming, de complexe omgeving en mogelijke dynamische omgeving, beperkte mate van decentralisatie, lage gedragsformalisatie en de horizontale werkspecialisatie kenmerken adhocratie.

De problemen die zijn geconstateerd bij het informatie- en procesontwerp zijn gerelateerd aan de coördinatiemechanismen die het IC-S project kenmerken. De ineffectieve specificatie en onderliggende requirements alsmede de beperkte kennis en ervaring van medewerkers van het specificeren zijn toe te schrijven aan de toegepaste coördinatiemechanismen directe supervisie en adhocratie.

Beide coördinatiemechanismen worden niet gekenmerkt door kwaliteitscontrole en procedures om tot effectieve requirements en specificatie te komen, waardoor er veel fouten in de specificatie komen. Daarbij zorgt de lage mate van decentralisatie dat de professionals uit de organisatie met de essentiële expertise in onvoldoende mate direct bij het specificatieproces werden betrokken, hierdoor zijn de geformuleerde requirements onvolledig en niet specifiek genoeg. Communicatie tussen het specificatieproces en professionals liep daarom regelmatig over teveel personen (‘schakels’) waardoor informatie verloren ging of in het geheel niet aankwam bij de juiste personen. Dit zorgde ervoor dat requirements werden

⁷ Een keuze voor een bepaald ventilatiesysteem heeft bijvoorbeeld ook invloed op de benodigde isolatiewaarde en daarmee de dikte van de treinwand, wat vervolgens van invloed is op de ruimte in het treinstel. Ook de benodigde kracht voor het sluiten van deuren (drukverschil) is hier bijvoorbeeld aan gerelateerd.

geschreven op basis van een niet volledig beeld van de situatie. Doordat in het specificatieproces genomen besluiten niet goed worden gecommuniceerd zorgde dit voor problemen bij het in dienst nemen van het nieuwe materieel. Het kwam voor dat afdelingen niet op de hoogte waren van genomen besluiten met implicaties voor de bedrijfsvoering (hoofd projecten, 2008).

Directe supervisie en wederzijdse afstemming worden ook niet gekenmerkt door een duidelijke, vastgelegde en gedefinieerde processtructuur, terwijl dat volgens Young (2003) en Robertson en Robertson (2008) wel effectief is voor een specificatieproces. Dit creëert namelijk een gemeenschappelijk interpretatie van een proces, waardoor duidelijk is wat er moet gebeuren en wat verwacht wordt van betrokkenen.

Hiermee wordt ook duidelijk dat de aangeduide problemen uit dit hoofdstuk allen direct te relateren zijn aan de bij het IC-S project toegepaste coördinatiemechanismen.

4.5 CONCLUSIE

De wens van NS om kwalitatief hoogwaardige en effectieve specificaties te produceren kan niet gerealiseerd worden op basis van de huidige aanpak. Op basis van de evaluatie is te concluderen dat het informatie-, proces- en organisatieontwerp niet effectief zijn. Er ontbreekt kennis en vaardigheden van het specificeren en een eenduidig en vastgelegd procesontwerp met ingebouwde controle momenten. Ook de betrokkenheid van de operationele kern van de organisatie en een passend coördinatiemechanisme(n) ontbreken.

Binnen het informatieontwerp zijn de opbouw van de specificatie alsmede het format en de content van requirements niet effectief. Daarnaast blijken de gehanteerde kwaliteitscriteria ook niet effectief zijn.

In het procesontwerp ontbreekt het aan een duidelijke vastgelegde structuur. Daarnaast worden in de huidige aanpak de verschillende fasen niet zorgvuldig uitgevoerd. De oorzaak voor bovenstaande problemen is grotendeels te herleiden tot de toegepaste coördinatiemechanismen.

De afstemming tussen de ontwerpparameters danwel onzekerheidsfactoren en de toegepaste coördinatiemechanismen komt niet overeen. De verkeerde coördinatiemechanismen worden daarom gebruikt. Dit heeft tot gevolg dat er geen eenduidig gedocumenteerd procesontwerp is. Daarbij is er te weinig nadruk op een stringente kwaliteitscontrole. Ook is er binnen de gekozen coördinatiemechanismen te weinig aandacht voor de benodigde kennis en ervaring voor het specificeren van nieuw materieel. Hierdoor hebben de toegepaste coördinatiemechanismen op elk onderdeel van het specificatieproces invloed met een ineffektieve specificatie als belangrijkste gevolg.

Geconcludeerd kan worden dat de specificatie en het proces niet effectief zijn. Het informatieontwerp voldoet niet, waardoor er teveel fouten in de specificatie zitten. Het procesontwerp sluit qua fasen redelijk aan bij het theoretisch kader, alleen de uitvoering is onvoldoende. Het organisatieontwerp is intern en extern (omgeving) niet goed afgestemd,

waardoor het proces en de daaruit volgende informatie niet voldoet. De voornaamste oorzaak voor de gevonden problemen ligt dus bij het organisatieontwerp. De organisatie in het verbetervoorstel moet op een dergelijke wijze ingericht worden zodat een effectief procesontwerp gerealiseerd wordt met als gevolg een effectieve specificatie.

5 EEN NIEUWE AANPAK VOOR HET CREËREN VAN EEN SPECIFICATIE

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt een voorstel om tot een effectief specificatieproces te komen gedaan. Door middel van het vernieuwde specificatieproces moet NS in de toekomst sneller en flexibeler kunnen inspelen op de dynamische markt waarin zij opereren. Daarnaast moet het resultaat van het specificatieproces een kwalitatief hoogwaardige specificatie zijn. Een specificatie die een gezamenlijk gedeelde interpretatie van een trein weergeeft, die aan derden (bijv. fabrikant) kan worden overlegd. Een specificatie moet gebruikt worden om te verifiëren en valideren wat er is gespecificeerd. Het proces waarmee de specificatie tot stand komt moet duidelijk, gestructureerd zijn en afdoende controlemomenten hebben zodat het resultaat van het proces een kwalitatief hoogwaardige specificatie is.

Het voorstel beschrijft eerst wat een effectieve specificatie en requirements zijn. Vervolgens wordt beschreven welke stappen nodig zijn om tot een dergelijke effectieve specificatie te komen en hoe NS tot een sneller en flexibeler proces kan komen. In de laatste paragraaf wordt een voorstel gedaan voor de wijze waarop de totstandkoming van de specificatie effectief gecoördineerd kan worden. Hierin komen de drie ontwerpen samen aangezien de coördinatie van de totstandkoming van de specificatie behelst dat bepaalde informatie tijdens een bepaalde transformatiefase verwerkt wordt. In de laatste paragraaf wordt dan ook ingegaan om de onderlinge interacties tussen de drie ontwerpen.

5.2 EEN OMSCHRIJVING VAN EEN VERBETERD INFORMATIEONTWERP

Het verbeterde informatieontwerp moet inspelen op de conclusies uit de evaluatie. Er moet worden gezocht naar een wijze om de opbouw van het specificatiedocument te verbeteren. Verder behoeft het format en de content van een requirement aandacht. Het doel is om te beschrijven aan welke criteria een effectief format voldoet. Dit is evenzo van toepassing voor de content van een requirement. Bovenstaande wordt in de komende twee paragrafen beschreven. In de derde paragraaf wordt een Globale Functie Omschrijving (GFO) beschreven. Een GFO moet als voorloper van een requirement dienen, die globaal en oriënterend van aard is. Het is een middel waarmee snel de noodzaak van een functiebehoefte beoordeeld wordt.

EEN VOORSTEL VOOR EEN EFFECTIEVE SPECIFICATIE

Het voorstel voor de specificatie is gebaseerd op de beschrijving van een effectieve specificatie in het theoretisch kader. Deze hanteert een duidelijke structuur en opbouw, waardoor de specificatie voor de lezer duidelijk interpreteerbaar is. De indeling die Robertson en Robertson (2008) hiervoor aangedragen is geschikt (tabel 16). Deze kent een duidelijke opbouw waar eerst het project en de achtergrond danwel aanleiding wordt beschreven. Vervolgens worden de randvoorwaarden geschetst waarin het product moet opereren. Daarna

volgen de functionele requirements en in het daaropvolgende hoofdstuk technische invulling gegeven aan de functionele requirements als dat noodzakelijk is.

1	Project Drivers
2	Project Constraints
3	Functional requirements
4	Nonfunctional requirements
5	Project Issues

Tabel 16: Hoofdstukindeling van een specificatiedocument (Robertson en Robertson, 2008)

Als indeling voor de functionele en technische requirements is de structuur van het Comité Européen de Normalisation (CEN, 2008) zoals in bijlage E is geplaatst, geschikt. Deze standaard is ontworpen in samenspraak met de Europese treinindustrie en zou op termijn het vergelijken en beoordelen van specificaties voor vervoerders alsmede fabrikanten moeten vergemakkelijken. NS kan op de wijze nu al snel en gemakkelijk inspelen op toekomstig gebruik van deze standaard door andere partijen in de industrie.

Door een duidelijke en logische structuur aan te houden, waarbij eerst een inleiding wordt gegeven, vervolgens de randvoorwaarden voor het product worden geschetst en als laatste de requirements van het product binnen dat kader worden ingevuld (van globaal naar gedetailleerde requirements) moet de specificatie effectiever worden. Hierdoor moet deze beter leesbaar en daarmee makkelijker te interpreteren zijn voor de lezer van de specificatie.

EEN VOORSTEL VOOR HET EFFECTIEF FORMULEREN VAN REQUIREMENTS

Een requirement heeft een format (de daadwerkelijke beschrijving) en content (additionele informatie). Wat betreft de format van een requirement bieden Alexander en Stevens (2002) een duidelijke richtlijn (tabel 3). Het format van de requirement bestaat uit een ‘user type’ (The Driver), ‘result type’ (shall be able to control), ‘object’ (the train’s acceleration) en ‘qualifier’ (with one hand). Aangaande de content zijn de criteria zoals in tabel 4 uit het theoretisch kader geschikt, bijvoorbeeld ‘source’, ‘rationale’ en ‘verification’. De combinatie van een effectief format en effectieve content moet tezamen resulteren in een effectieve requirement als basis voor een effectieve specificatie.

De effectiviteit van het format en de content requirement wordt getoetst aan de hand van de format beschrijving van Alexander en Stevens (2002). De content wordt getoetst aan de hand van de criteria uit tabel 5 (paragraaf 2.2).

EEN VOORSTEL VOOR EEN GLOBALE FUNCTIE OMSCHRIJVING

Wanneer het specificatieproces wordt gesplitst van het materieelproject ontstaat er een continu specificatieproces. Een GFO is noodzakelijk voor het verloop van het specificatieproces na de splitsing. Dit wordt verder in de procesontwerp paragraaf beschreven. Een Globale Functie Omschrijving (GFO) is een oriënterende weergave van een functiebehoefte die wordt ondervonden door een medewerker in de organisatie. Het doel van

een GFO is om een oriënterend inzicht te krijgen in een gewenste functiebehoefte, de bijdrage aan de invulling van de projectopdracht die deze functie levert en mogelijke afhankelijkheden van andere requirements. Met dit inzicht kan bepaald worden of het noodzakelijk is een functiebehoefte te formuleren tot requirement. Een vraag hierbij is of de GFO binnen de projectopdracht past? Is het noodzakelijk de GFO op het moment te formuleren tot een requirement? Deze vragen worden verder toegelicht in de procesontwerp paragraaf verder in dit hoofdstuk.

De GFO is gebaseerd op het functioneel programma van eisen (FpvE, 2007) dat destijds door NS is opgesteld voor het beschrijven van nieuwe functionaliteiten en is bijvoorbeeld toegepast voor de sluitfluit en opschriften in de trein. De achterliggende gedachte achter het functioneel programma van eisen was om de aanvrager en opsteller de functie vanuit meerdere perspectieven te bekijken (FpvE, 2007). Dit is van belang bij complexe producten aangezien dit vaak vanuit meerdere perspectieven en bijbehorende vakgebieden bekeken moet worden. Een GFO ‘dwingt’ de opsteller mogelijke perspectieven te onderzoeken.

Een GFO bevat de volgende onderdelen die ingevuld moeten worden (tabel 17), waarbij voor hoofdstuk 4 tot en met 9 de vraag is wat de gevolgen van de nieuwe functiebehoeften zijn op die betreffende onderdelen.

	Hoofdstuk
	Functioneel Programma van Eisen
	Revisie overzicht
	Goedkeuring
	Distributielijst intern NSR
1	Project identificatie
2	Gevraagde functionaliteit
3	Beleid
4	Beschikbaarheid
5	Bedrijfszekerheid
6	Onderhoudbaarheid
7	Veiligheid
8	Human Factors
9	Omgeving
10	Financieel

Tabel 17: Hoofdstukken van de GFO die, indien van toepassing, ingevuld dienen te worden (FpvE, 2007)

De GFO wordt vervolgens gebruikt om initieel de haalbaarheid van een functiebehoefte te toetsen. Wanneer goedkeuring wordt gegeven heeft dit namelijk de inzet van onder andere personeel tot gevolg (inclusief bijbehorende kosten). De opzet van een GFO is dat deze een beperkte inspanning vraagt van de opsteller, er wordt geen gedetailleerd uitgewerkt voorstel verwacht. Op deze wijze is het mogelijk om als ‘specificatieproces’ open te staan voor input en ideeën vanuit de organisatie, zonder dat hier hoge kosten tegenover staan. Hiermee wordt een open en toegankelijk ‘specificatieproces’ voor medewerkers van de organisatie gecreëerd. GFO’s die niet haalbaar worden geacht, worden vervolgens teruggekoppeld naar de opsteller,

waardoor er bij medewerkers niet het gevoel kan ontstaan dat er niks met de geleverde input of ideeën wordt gedaan.

Het toetsen van een GFO gebeurt aan de hand van de criteria die in de projectopdracht beschreven zijn. Dit kan een bepaalde financiële impact zijn, maar ook gevolgen voor de veiligheid, het comfort of de duurzaamheid van de trein. Deze criteria zal zelf door het controle orgaan moeten worden opgesteld.

5.3 EEN VERBETERDE BESCHRIJVING VAN HET PROCESONTWERP VOOR NS

In de evaluatie (paragraaf 4.3) is aangegeven dat er behoefte is aan het ontkoppelen van het specificatieproces van het materieelproject. De invulling van deze behoefte wordt in de eerste paragraaf beschreven. Vervolgens wordt een voorstel gedaan om tot een gestructureerd procesontwerp te komen, waarin ook een oplossing voor de gebrekkige kwaliteitscontrole uit de evaluatie wordt gegeven.

HET SPECIFICATIEPROCES ONTKOPPELEN VAN HET MATERIEELPROJECT

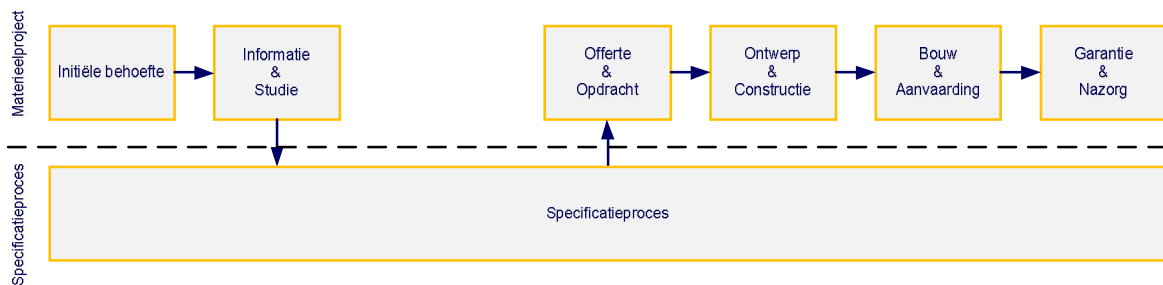
Het is de expliciete wens van NS om het specificatieproces zo in te richten dat er op elk willekeurig moment (voor zover mogelijk) een groot deel van de specificatie gereed is voor gebruik, zodat op zeer korte termijn nieuw materieel besteld kan worden. Vanuit de theorie is er alleen geen enkel aanknopingspunt dat aan deze wens invulling geeft. De voornaamste vraag hierbij is namelijk, hoe het mogelijk is om een specificatie te creëren terwijl de toekomstige materieelbehoefte nog onduidelijk is?

De sleutel voor de oplossing van dit probleem ligt in de mate van veranderlijkheid van de functiebehoefte die in het vorige hoofdstuk kort is beschreven. Sommige behoeften veranderen sneller naar aanleiding van de omgeving dan andere behoeften. Wetgeving en standaardisatie in de Europese spoorbranche zijn in dat kader al aangehaald. Het is hierbij mogelijk om ruim van te voren requirements op te stellen die aan weinig verandering onderhevig zijn, zodat deze niet regelmatig vernieuwd hoeven te worden. Iets dat onnodige kosten meebrengt. Hierop wordt in de volgende paragraaf verder ingegaan.

Voordat met het opstellen van requirements kan worden begonnen is een projectopdracht nodig met duidelijke kaders voor de specificatie. Deze wordt normaal bij de start van een materieelproject opgesteld. Aangezien het materieelproject en specificatieproces worden ontkoppeld is dit probleem te ondervangen door te kiezen voor een aantal standaard materieeltypen. Zo kent NS op dit moment Sprinters en Intercity's (in verschillende soorten). Het is mogelijk om vooraf een projectopdracht te definiëren voor beide types. De afdeling Commercie heeft die gerealiseerd in de vorm van Treinformules (2006). In dit document hebben zij de eigen functiebehoeften aangaande vooraf gedefinieerde materieeltypen verwoord. Op deze wijze zijn projectopdrachten te creëren voor elk gedefinieerd treintype.

De interactie tussen het materieelproject en specificatieproces is in figuur 8 weergegeven. Hierbij is het specificatieproces een 'black-box', waarvan de invulling in figuur 9 volgt. In

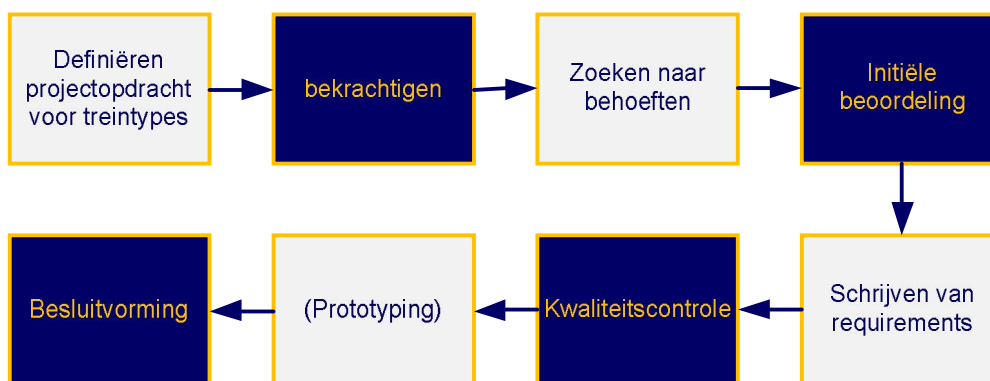
deze context moet het specificatieproces voornamelijk worden gezien als een verzameling van requirements waaruit een materieelproject kan putten. Daarnaast kan het specificatieproces tijdens een materieelproject worden ingezet om additioneel benodigd geachte requirements op te stellen. Een specificatieproces is daarmee een continu proces dat te allen tijde functiebehoeften formuleert tot requirements. Een materieelproject gaat daarentegen alleen van start wanneer blijkt dat er expliciet behoefte is aan nieuw materieel.



Figuur 8: Het materieelproject en specificatieproces ontkoppeld. Boven de lijn het verloop van een materieelproject en onder het verloop van het specificatieproces. Invulling van het specificatieproces staat in figuur 9. (Materieelproject gebaseerd op Meier et al. (2009))

Wanneer er een duidelijke keus is gemaakt voor een aantal treintypes en daarvoor de bijbehorende projectopdrachten zijn opgesteld en goedgekeurd, wordt aangevangen met het specificatieproces. Vanaf het moment dat er het besluit wordt genomen om over te gaan tot het aanschaffen van nieuw materieel kan een materieelproject gestart worden dat kan putten uit de set requirements gecreëerd door het specificatieproces. Vervolgens kan binnen het materieelproject de set requirements worden aangevuld en verder ingevuld, bijvoorbeeld bepaalde technische invullingen van functionele requirements, op basis van de op dat moment actuele omgeving. Verdere uitwerking van het materieelproject is in het kader van dit onderzoek niet van belang. In de onderstaande paragraaf wordt nu verder in gegaan op de verschillende fasen van het specificatieproces die volgen op de projectopdracht.

DE FASEN VAN HET VERBETERDE SPECIFICATIEPROCES



Figuur 9: Voorstel voor het nieuwe procesontwerp (grijze blokjes zijn acties, blauwe blokjes 'stage-gates')

In bovenstaand figuur (9) is het voorstel voor het nieuwe procesontwerp gegeven, een aanpassing op het bestaande ontwerp van Robertson en Robertson (2008) (figuur 4 paragraaf 2.2.2). Prototyping behoort tegenwoordig vaak tot het domein van de fabrikant en wordt daarom relatief weinig toegepast door NS. Het is daardoor minder relevant voor het onderzoek en is daarom tussen haakjes geplaatst. Ten opzichte van het ontwerp van Robertson en Robertson (2008) zijn er 'stage-gates' toegevoegd. Door na elke fase, waarin nieuwe informatie wordt toegevoegd of aangepast, de kwaliteit van de requirement te toetsen kan er tijdig worden bijgestuurd wanneer nodig (zodat er geen kostbare tijd verloren kan gaan) en wordt voorkomen dat 'slechte' requirements uiteindelijk in de specificatie terecht komen. Er zijn vier acties beschreven (grijze fasen) en vier 'stage-gates' (blauwe fasen) (Cooper en Kleinschmidt, 1993). De 'stage-gates' beheersen het verloop van het proces op basis van het toetsen van de output van de voorafgaande fasen, aan de hand van de criteria voor bijvoorbeeld een GFO of requirement. Met deze 'stage-gates' is het mogelijk eisen te stellen aan de informatie die in het proces tot stand komt en dit vervolgens te controleren. Gedurende de uitvoering van een procesfase zijn de betrokken medewerkers geheel vrij in hun werk. De vier combinaties van een actie en 'stage-gate' fase worden hieronder gedetailleerder beschreven.

Definiëren van de projectopdracht voor treintypes en bekrachtigen

Er wordt begonnen met het definiëren van de projectopdracht voor vastgestelde treintypes. Dit komt in principe overeen met vorige materieelprojecten. De opdracht wordt vervolgens bekrachtigd door de stakeholders. Van belang is dat de projectopdracht kaders schetst waarbinnen het nieuwe product gespecificeerd moet worden, zonder dat eisen worden gesteld aan de exacte invulling. De projectopdracht moet zoveel mogelijk oplossingsvrij blijven. Als bijvoorbeeld in de projectopdracht staat dat alle requirements functioneel van aard moeten zijn wordt inhoudelijk voorgeschreven hoe de projectopdracht ingevuld moet worden, terwijl dit niet tot een betere specificatie zal leiden.

In de projectopdracht worden ook criteria die later in het proces bij de ‘stage-gates’ gebruikt worden bepaald. Waarop ligt de focus voor de stakeholders? Is duurzaamheid van belang, directe kosten of juist ‘Life-cycle costs’. Deze keuzes zijn voor de latere ‘stage-gates’ van belang voor het nemen van besluiten.

Dit onderdeel van het proces zal eenmalig doorlopen hoeven te worden, waarna de rest van het proces voor elke behoefte herhaald wordt. Alleen wanneer er aanleiding is om de projectopdracht te veranderen zal deze fase opnieuw moeten worden doorlopen.

Zoeken van behoeften en initiële beoordeling

Naar aanleiding van de projectopdracht moeten functiebehoeften geïdentificeerd worden, hiervoor wordt een methode aangereikt. Vervolgens zal deze functiebehoefte globaal moeten worden omschreven en zal bepaald moeten worden wanneer een geschikt moment is om de functiebehoefte tot requirement te formuleren. Dit wordt in de tweede en derde alinea beschreven. In de laatste twee alinea’s wordt aangegeven waarop het resultaat van deze fase beoordeeld wordt.

Een voorbeeld van een techniek om behoeften te identificeren is de Use Case methode (Bittner en Spence, 2003). De Use case methode is in het verleden al gebruikt door de afdeling Commercie en is geschikt als startpunt voor het bepalen van behoeften voor nieuw materieel (Meier en Matheussen, 2006). Met behulp van ‘use-cases’ kan gestructureerd worden bepaald welke ‘gedrag’ een systeem moet vertonen, ofwel wat een trein moet doen (Bittner en Spence, 2003). Kenmerkend is dat deze methode vanuit het perspectief van een gebruiker⁸ naar het product kijkt en wat het product voor die gebruiker moet doen. De gebruiker speelt een belangrijke rol bij het gebruik van het nieuwe materieel. Er zijn nog vele andere methoden voor het vinden van behoeften. In bijlage D wordt er een selectie van mogelijke technieken weergegeven, die gebruikt kunnen worden als aanvulling op de Use case methode.

Het zoeken van functiebehoeften kan vanuit het ‘specificatieproces’ worden geïnitieerd of door een willekeurige medewerker die een noodzaak voor een functiebehoefte ervaart. In het eerste geval kan het ‘specificatieproces’ zelf het opstellen van een GFO initiëren en de uitwerking delegeren naar een groep professionals. In het tweede geval kan een desbetreffende willekeurige medewerker zelf een GFO opstellen (eventueel met behulp van de kennis van mogelijke collega’s, bijvoorbeeld medewerkers van het specificatieproces.)

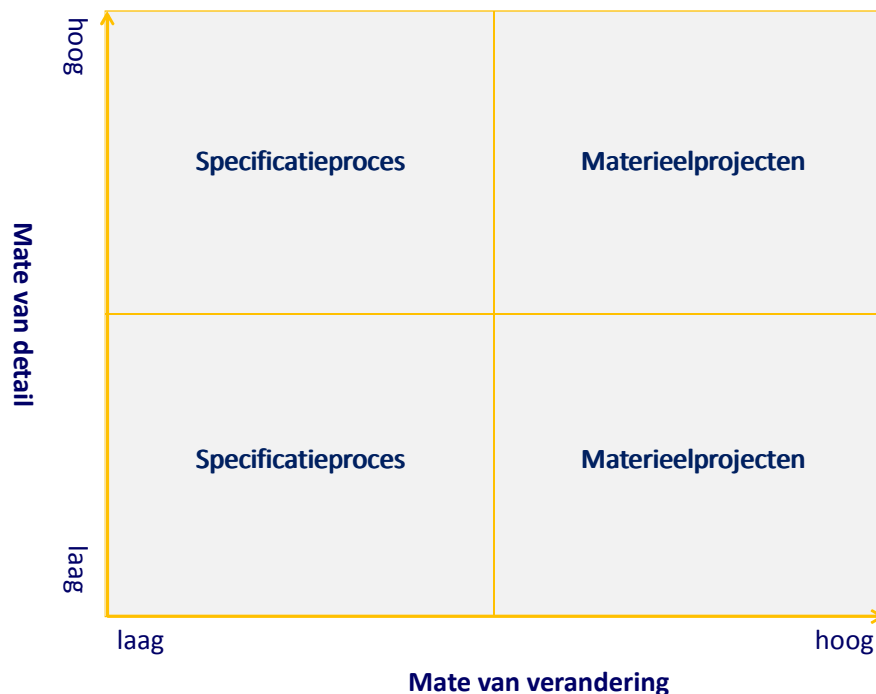
De eerste stap die dan volgt is het opstellen van een GFO door de medewerker die de behoefte ervaart of daartoe is verzocht door het ‘specificatieproces’. De GFO is een middel om een initieel beeld van een functiebehoefte te vormen. Voor het formuleren van een functiebehoefte zijn verschillende inzichten en perspectieven vanuit bijvoorbeeld andere vakgebieden van belang. Een requirement moet van alle mogelijke perspectieven belicht worden om ervoor te

⁸ De gebruiker moet in deze context breder worden gezien dan alleen de treinreiziger. Gebruikers van een trein zijn ook machinisten, conducteurs, onderhoudsmonteurs, schoonmakers, etc.

zorgen dat op basis van een volledig beeld danwel informatie een functiebehoefte wordt geformuleerd tot requirement. Als er informatie ontbreekt kan dat de functie van een requirement ondermijnen.

Ook is het verstandig om voortijdig stil te staan bij het nut en de noodzaak van een requirement. Degene die de requirement schrijft kan dit al spiegelen aan de projectopdracht. Als gedurende het schrijven van de GFO al blijkt dat de ervaren functiebehoefte weinig toegevoegde waarde heeft kan het zinvol zijn voortijdig te stoppen met het formuleren van de functiebehoefte. Tijdens het inventariseren van de functiebehoefte voor een GFO kan blijken dat de functiebehoefte geen ‘echte’ behoefte is, te duur blijkt of in strijd is met de projectopdracht.

Duidelijke en transparante kaders in de projectopdracht zijn daarom ook van belang, omdat medewerkers daar de GFO al tijdens hun werkzaamheden aan kunnen spiegelen en zodoende beoordelen of de behoefte binnen die kaders past.



Figuur 10: De omgevingsdimensies die van invloed zijn bij het bepalen welke functiebehoefte als eerste door het specificatieproces geformuleerd worden en welke tijdens een materieelproject geformuleerd worden

Het beoordelen van een GFO kan op basis van de aansluiting van de behoefte met de projectopdracht, maar de omgevingsfactoren zoals weergegeven in figuur 10 zijn ook van invloed. De ervaren functiebehoefte kan relevant zijn, maar is het zinvol om op dat moment de behoefte ook te formuleren tot een requirement? Twee factoren zijn van belang bij het beantwoorden van deze vraag. Ten eerste de verwachte mate van verandering waaraan een

requirement onderhevig zal zijn. Ten tweede de mate van detail van een requirement (functioneel of technisch). De gedachte achter de splitsing van het specificatieproces en materieelproject is dat het specificatieproces de basis kan leggen van een specificatie als beginpunt voor een materieelproject. Gedurende het specificatieproces is niet bekend wanneer een materieelproject zal starten, daarom zal op functiebehoeften met een lage verwachte mate van verandering gefocust worden. Hierbij wordt de kans, dat een requirement nog voordat een materieelproject van start gaat veranderd, geminimaliseerd. Ook functiebehoeften met een lage verwachte mate van detail worden tijdens het specificatieproces verwerkt.

Het gedetailleerder uitwerken van requirement in technisch detail neemt veel tijd in beslag, terwijl pas bij een materieelproject duidelijk wordt welke mate van detail benodigd is. Daarom worden requirements met een hoge mate van detail pas tijdens materieelprojecten verwerkt.

Over het algemeen zullen functiebehoeften met een lage mate van verandering en functionele mate van detail binnen het specificatieproces als requirement geformuleerd worden. Functiebehoeften die in één van de overige drie categorieën vallen zullen binnen het materieelproject worden geformuleerd tot requirement (figuur 10). Als deze functiebehoeften al eerder tot een requirement geformuleerd zouden worden is het risico te groot dat ze nog aan verandering onderhevig zullen zijn. Hierdoor kan geïnvesteerde tijd en geld verloren gaan.

Schrijven van requirements en kwaliteitscontrole

In deze fase moet een definitieve requirement tot stand komen die voldoet aan alle requirement criteria (zie hiervoor het informatieontwerp paragraaf 3.2). Hiervoor moet kennis over de requirement verzameld worden vanuit alle relevante perspectieven, zodat de requirement volledig en goed geformuleerd wordt (format én content), maar ook de afhankelijkheden van andere requirements en de operationele realiteit zorgvuldig bepaald wordt. Ter illustratie, in het geval van het formuleren van een behoefte aangaande de deuren is de expertise van de logistieke afdeling, maar ook van commercie aangaande de klantbeleving en het exterieur ontwerp benodigd. Daarnaast is de expertise van NedTrain van belang voor het onderhoud van de deuren. Verder is veiligheid bij deuren relevant en is er een relatie tussen het sluiten van de deuren en de ventilatie (overdruk) in de treinstellen. Ofwel om tot een effectieve requirement te komen is veel expertise uit diverse vakgebieden en geledingen van de organisatie nodig.

De kwaliteitscontrole controleert de geformuleerde requirement op basis van de kwaliteitscriteria (zie informatieontwerp, paragraaf 3.2). Een conceptrequirement die niet aan alle vereiste criteria voldoet kan niet worden goedgekeurd. De conceptrequirement zal dan moeten worden aangepast om te voldoen aan de criteria, waarna deze wederom ter goedkeuring wordt voorgelegd. Zolang de requirement niet is goedgekeurd kan niet naar de volgende fase worden gegaan.

Prototyping en besluitvorming

Voor sommige requirements (veelal technische) is het zinvol deze te testen om te verifiëren of de uitwerking van de requirement voldoet of dat de eisen mogelijk aangepast moeten worden. Mogelijke problemen voortijdig identificeren is voordeliger dan dit in het uiteindelijke nieuwe materieel te moeten doen. Als er aandachtspunten worden geconstateerd moet weer naar de fase ‘schrijven van requirements’ worden teruggegaan, waarna wederom ook de kwaliteitscontrole zal plaatsvinden. Prototyping wordt maar in enkele gevallen toegepast, omdat het tegenwoordig over het algemeen tot het domein van de fabrikant behoort en is daarom in dit onderzoek minder relevant. Daarom wordt niet uitgebreid ingegaan op de details van prototyping.

Wanneer prototyping niet wordt toegepast zal direct naar de besluitvormingsfase worden gegaan. Hierin wordt bepaald of de requirement aan de projectopdracht voldoet. Aangezien alle medewerkers inzicht hadden in die criteria, kan met eisen uit de projectopdracht al gedurende de eerdere fases rekening mee worden gehouden. Daarnaast moet door de stakeholders worden besloten of de requirement de wenselijke functionaliteit biedt voor een gedefinieerd treintype. De besluitvormingsfase is hier ook bewust gescheiden van de kwaliteitscontrole. Zolang een requirement nog niet aan de vereiste kwaliteit voldoet is het niet zinvol om deze al in de besluitvorming mee te nemen.

5.4 EEN EFFECTIEF ORGANISATIEONTWERP VAN HET SPECIFICATIEPROCES

COÖRDINATIEMECHANISMEN

Het zojuist beschreven proces moet gecoördineerd worden, zodat dit tot een gewenste en effectieve specificatie leidt, het doel van dit onderzoek. Een effectief coördinatiemechanisme sluit aan bij de onzekerheidsfactoren van het specificatieproces. De ontwerpparameters zijn minder van relevant omdat de organisatie kan aangepast aan de omgeving van de organisatie. Er wordt daarom een voorstel gedaan voor coördinatiemechanismen dat aansluit bij de omgeving van NS, voorziet in het verhogen van de kwaliteit en het betrekken van professionals bij het specificatieproces.

Bij NS is de omgeving van het specificatieproces enerzijds complex door de vele betrokken stakeholders en de complexiteit van een trein. Anderzijds is de omgeving stabiel, door de ontkoppeling van het specificatieproces van het materieelproject. Volgens Mintzberg (1980) sluit het standaardiseren van kennis en vaardigheden het best aan bij een dergelijke omgeving. In dit geval is er sprake van twee soorten kennis en vaardigheden. Ten eerste van het specificeren en ten tweede van het product trein. Kennis van het specificeren bij medewerkers kan verhoogd worden door middel van overdracht vanuit het specificatieproces. Kennis van het product trein in het specificatieproces wordt bereikt door de juiste professionals vanuit de organisatie bij het proces te betrekken. Hierop wordt verder in deze paragraaf gedetailleerder ingegaan.

Alleen het standaardiseren van kennis en vaardigheden is niet afdoende voor het verhogen van

de kwaliteit van een specificatie. Uit de evaluatie is gebleken dat de kwaliteit van de specificatie ook onvoldoende is door onzorgvuldige kwaliteitscontroles. Dit is te ondervangen door werkprocessen te standaardiseren. Volgens Mintzberg (1980) sluit dit normaal aan bij een simpele omgeving, maar door de procesfasen inclusief een norm vast te stellen (bijvoorbeeld in de vorm van kwaliteitscriteria voor een requirement) geeft dit medewerkers in het specificatieproces voldoende vrijheid en flexibiliteit bij de werkzaamheden. Tijdens het specificatieproces is er op een aantal momenten sprake van besluitvorming tussen stakeholders. Dit is een vorm van wederzijdse afstemming. Er is sprake van complexe en stabiele omgeving, die tot stand komen op basis van de interne verhoudingen tussen stakeholders. Het is moeilijk om hiervoor een toetsingsnorm aan te geven. In het geval van besluitvorming over een requirement kan de projectopdracht een duidelijk kader geven, maar uiteindelijk is de afstemming tussen stakeholders doorslaggevend.

Een nadeel van de hierboven beschreven coördinatiemechanismen is dat deze leiden tot een bureaucratische organisatie (Mintzberg, 1980). Terwijl het belangrijk is om de professionals binnen de organisatie de vrijheid te geven om onderling tot de beste oplossing te komen. Dit zonder tussenkomst van de hiërarchische verhoudingen, die regelmatig minder optimale oplossingen tot gevolg kunnen hebben en voor stroperige voortgang kunnen zorgen. Door de professionals bij het specificatieproces te betrekken wordt de kennis van het product binnen het specificatieproces vergroot, waar eerder in deze paragraaf reeds naar verwezen werd.

Voor het betrekken van professionals bij projecten beschrijft Gwynne (1997) een projectstructuur genaamd Skunk Works. Skunk Works zijn kleine onafhankelijk werkgroepen waarin een aantal professionals (5 tot 7) plaatsnemen en eventuele ondersteunende medewerkers. Skunk Works worden vaak toegepast als de organisatie niet meer in staat is om snel en flexibel op de omgeving te reageren. Voor een succesvol Skunk Works zijn twee zaken van belang. Ten eerste moet het 'buiten' de hiërarchie worden geplaatst waardoor vertragingen veroorzaakt door de bureaucratie en andere mogelijke invloeden vanuit de organisatie worden vermeden (Gwynne, 1997). Ten tweede moeten er medewerkers vanuit diverse geledingen van het bedrijf in de werkgroep zitten. Dus niet alleen 'research' medewerkers, maar ook medewerkers met commerciële expertise. Door middel van Skunk Works is het mogelijk om projecten daadwerkelijk laag in de organisatie bij de professionals te beleggen, zonder tussenkomst van de hiërarchische verhoudingen. Het concentreren op het bijeenbrengen van professionals in werkgroepen wordt ook onderschreven door Bartlett en Ghoshal (1995). Zij illustreren deze benadering door middel van een situatieschets bij 3M:

"McKnight's belief that the company was best served when management trusted those with direct knowledge of the market, the operations, or the technology was exemplified in a statement he made that became the basis for 3M management practice: "Mistakes will be made, but if a person is essentially right, the mistakes he or she makes are not nearly as serious in the long run as the mistakes management will make if it is dictatorial and

undertakes to tell those under its authority how they must do their jobs." (Bartlett en Ghoshal, 1995)

Een voorwaarde bij het implementeren van Skunk Works is de ondersteuning van het topmanagement, onder andere om de onafhankelijkheid te garanderen en de benodigde financiering te verkrijgen en te behouden. Het geheel afzonderen van werkgroepen van de organisatie om de onafhankelijkheid te garanderen is bij NS niet benodigd en ook niet mogelijk. Bij 'Skunk Works' betrokken werknemers blijven immers ook verantwoordelijk voor hun dagelijkse werkzaamheden.

Skunk Works heeft als voordeel dat het specificatieproces meer decentraal en professionals direct bij elkaar worden gebracht waardoor communicatie directer verloopt, onafhankelijker is van de lijnorganisatie, het proces sneller verloopt en daarbij ook innovatievere functionele requirements of oplossingen in de vorm van technische requirements kunnen ontstaan. Daarbij wordt ook de expertise van de 'werkvloer' direct toegepast. De Skunk Works worden georganiseerd voor het zoeken naar behoeften en het schrijven van requirements. In deze fasen zijn het inbrengen van meerdere expertises en perspectieven van essentieel belang om tot een goede requirement te komen.

De onafhankelijke positie van een Skunk Works ten aanzien van onder andere de lijnorganisatie is een verschil ten opzichte van andere team structuren. Dit is van belang bij het specificatieproces. Op deze wijze kan invloed van de lijnorganisatie, waar minder gespecialiseerde kennis dan bij de professionals is, op de specificatie beperkt worden.

Skunk Works zijn ook in te passen binnen het gepresenteerde verbetervoorstel, ondanks de vermeende bureaucratische aard van de coördinatiemechanismen, moet dit geen problemen opleveren. De werkprocessen zoals die in 5.3 worden beschreven zijn bewust globaal van aard om de medewerkers binnen de gedefinieerde fasen alle vrijheid te bieden om op eigen wijze tot een requirement te komen. De extra vrijheid en flexibiliteit die Skunk Works biedt, wordt daarom minimaal beperkt.

Het verhogen van de kennis en vaardigheden van medewerkers is door middel van ondersteuning vanuit het specificatieproces aan te reiken. Door hun aanwezigheid bij werkgroep meetings zijn kennis en vaardigheden van het specificeren bijgebracht worden. Dit is ook separaat is speciale trainingssessies aangeboden worden.

Afzonderlijke werkgroepen kunnen alsnog de uitwisseling van informatie binnen het specificatieproces belemmeren. De vertegenwoordiging en aanwezigheid van specificatieproces medewerkers bij werkgroep meetings zorgen er ook voor dat deze medewerkers onderling informatie uitwisselen over de verschillende werkgroepen en daar mogelijke raakvlakken kunnen identificeren. Deze kennis kan vervolgens weer gedeeld worden met de werkgroepen. Op de wijze wordt de uitwisseling van communicatie, tussen de verschillende werkgroepen, binnen het specificatieproces geborgd.

Met de voorgestelde Skunk Works wordt ook geen vrijbrief voor medewerkers gecreëerd, waarbij de gewenste kwaliteit niet behaald wordt. Met behulp van de 'stage-gates' in het

procesontwerp is de voortgang en de kwaliteit van de requirements te monitoren. Hiermee is het mogelijk de werkgroepen volledige vrijheid en onafhankelijkheid te geven, totdat het eindproduct beoordeeld zal worden. Op deze wijze kan het topmanagement controle houden over het specificatieproces, zonder dat deze zich daadwerkelijk hoeven te mengen in de totstandkoming van een requirement.

FUNCTIES

In voorgaande paragraaf wordt in algemene termen gesproken over specificatieproces medewerkers, professionals en topmanagement. Ter illustratie wordt in deze paragraaf een korte schets gegeven van functies in het specificatieproces. Er wordt onderscheid gemaakt tussen een specificatiemanager en medewerker. Een professional vanuit een bepaalde expertise en een stakeholder als vertegenwoordiger van een belanghebbende vanuit de organisatie. De specificatiemanager en medewerker zijn gebaseerd op Young (2003), die een senior, 'mid-level', en junior analyst typeert. Het voornaamste verschil in gradatie is gebaseerd op de expertise met het specificeren, de mate van omgang met stakeholders en het begrijpen van de noodzaak van onafhankelijke kwaliteitscontrole. Waarbij de senior analyst het meeste verstand heeft van de voorgaande competenties.

- **Specificatiemanager:** de eindverantwoordelijke voor het beheersen van het proces en daarmee de totstandkoming van requirements. De specificatiemanager is eindverantwoordelijk voor de kwaliteit van de requirements. Heeft vergevorderde kennis van het specificeren en van het product (trein) en daarmee een adviserende rol naar alle betrokken partijen. Is verantwoordelijk voor de communicatie naar de opdrachtgever;
- **Specificatiemedewerkers:** ondersteunende en uitvoerende medewerker voor het proces. Beheert de requirements documentatie en alle officiële communicatie tussen betrokken partijen (behalve de opdrachtgever). Heeft kennis van het specificeren en ondersteunt de betrokkenen bij het specificatieproces daarin, bijvoorbeeld bij het formuleren van requirements. Heeft met zijn eventuele collega's een bindende functie tussen verschillende werkgroepen. Kent de organisatie goed en is bekend met de werkzaamheden van verschillende afdelingen. Weet waar specifieke informatie gevonden kan worden;
- **Professional:** specialist van een vakgebied. Wordt in werkgroepen bij het proces betrokken om zijn gespecialiseerde kennis in te zetten bij de totstandkoming van requirements. De professional is bij voorkeur dicht bij de operationele kern betrokken;

- **Stakeholder:** belanghebbende bij nieuw materieel en heeft daarin een beslissende stem op basis van de hiërarchische verhoudingen binnen NS. Het is binnen NS gebruikelijk dat de stakeholders zich verenigen in een overlegorgaan (voorheen CT RolMa) om de besluitvorming te vergemakkelijken. De stakeholders dragen verantwoordelijkheid voor het goedkeuren en deels opstellen van de projectopdracht en voor de uiteindelijke besluitvorming over een set aan requirements, de laatste 'stage-gate'.

Bovenstaand zijn de functies die benodigd zijn voor het uitvoeren van het specificatieproces kort beschreven. Met de bovenstaande moet het mogelijk zijn om het vernieuwde specificatieproces effectief uit te voeren. De combinatie van de professionals met vakinhoudelijk kennis met specificatiemedewerkers die kennis op het gebied van specificeren hebben, moet leiden tot het formuleren van effectieve requirements. De specificatiemanager met expertise op het gebied van trainen moet in staat zijn het proces te begeleiden en mogelijke problemen tijdig te erkennen en in te grijpen.

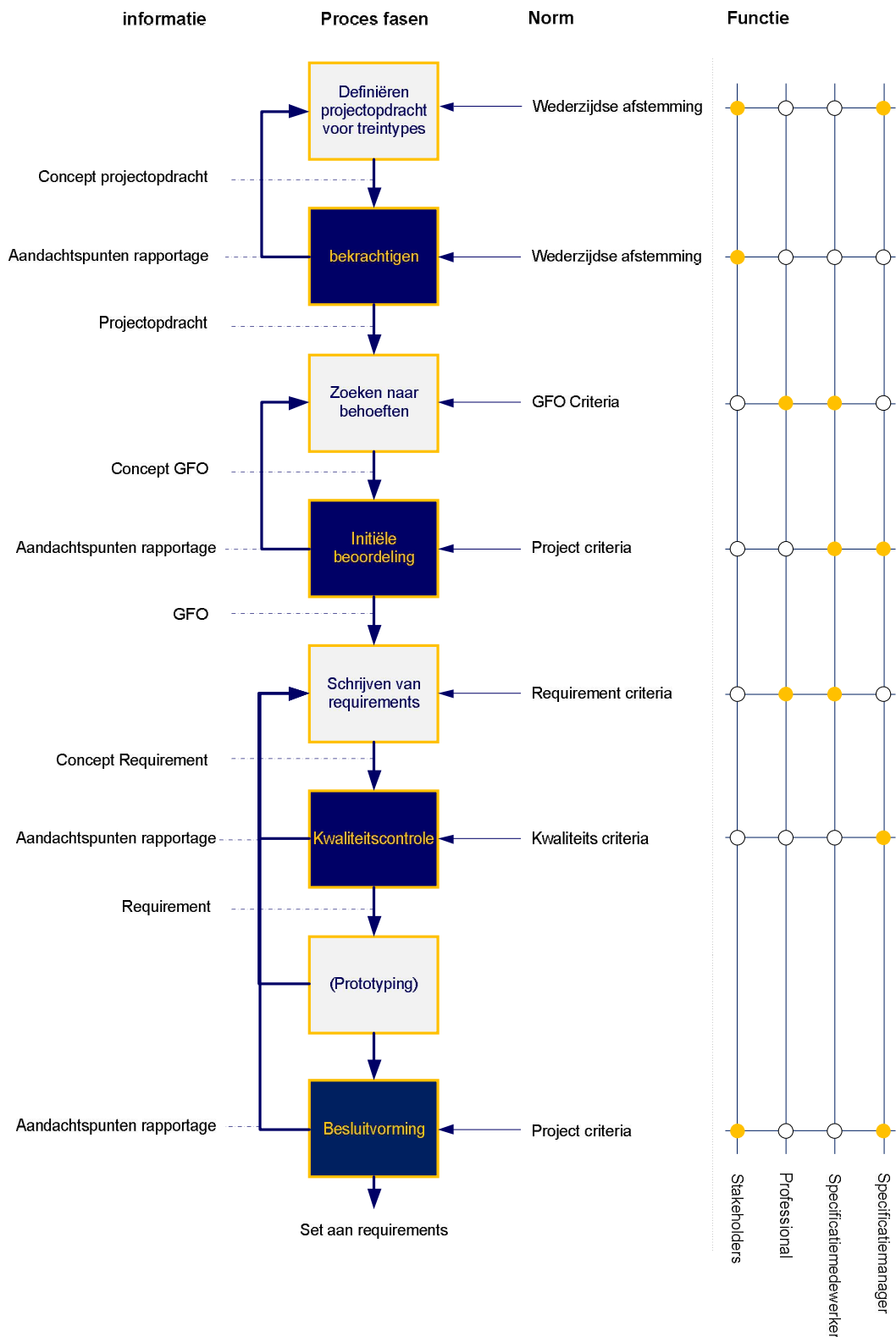
5.5 HET VERBETEREDE INFORMATIE- EN PROCES-, EN ORGANISATIEONTWERP IN ÉÉN MODEL

Het informatie-, proces-, en organisatieontwerp zijn in één figuur samen te brengen met daarin weergegeven: transformatiefuncties (fasen), in- en output (informatie), een norm en stuurfuncties, gebaseerd op het model van In 't Veld (1998). Hiermee is in één opslag duidelijk welke fasen moeten worden doorlopen, welke informatie daarvoor benodigd is, op basis van welke norm wordt gestuurd, welke functie daarbij betrokken is en wat het resultaat van een fase is. De fase 'schrijven van requirements' heeft bijvoorbeeld de GFO als input. De requirement wordt geschreven op basis van de criteria van Robertson en Robertson en het resultaat is een conceptrequirement. De prototyping fase is buiten beschouwing gelaten omdat deze niet tot de focus van het onderzoek behoort.

Naar aanleiding van deze figuur (11) is ook aan te geven wat het belang van transparante informatie (bijvoorbeeld de norm) is. Toetsings- en stuurcriteria die transparant en toegankelijk zijn zorgen ervoor dat de medewerkers die binnen het proces werkzaam zijn hierop anticiperen tijdens de werkzaamheden. Bij een vastgelegde en gedocumenteerde structuur weten betrokken medewerkers bij het specificatieproces ook waar zij naar toe werken, wanneer en hoe dit getoetst zal worden. Hierdoor wordt voorkomen dat er overbodig werk wordt uitgevoerd. Daarnaast weten medewerkers waar zij aan toe zijn tijdens het specificatieproces.

Verder zijn de functies die zijn beschreven in de voorgaande paragraaf per fase toegewezen. De stakeholders bepalen de projectopdracht en toetsen de uiteindelijke requirement hieraan. De professionals zijn voornamelijk betrokken bij het zoeken naar behoeften en het schrijven van een requirement. De specificatiemedewerker ondersteunt de professionals én de specificatiemanager bij de werkzaamheden. De specificatiemanager is voornamelijk betrokken bij de 'stage-gates' om de kwaliteit te kunnen overzien. Daarnaast is de manager vertegenwoordiger naar de stakeholders.

Verder is ten opzichte van figuur (9, paragraaf 5.3) ook retourinformatie weergegeven. Er is een mogelijkheid dat een projectopdracht, GFO of requirement niet goedgekeurd wordt, waarna een aandachtspuntenrapportage wordt opgesteld waarin staat waarom de GFO of requirement niet goedgekeurd wordt, inclusief constructief commentaar hoe dit mogelijk verbeterd kan worden. De GFO of requirement wordt dan teruggestuurd naar de voorafgaande fase. De GFO of requirement kan dan op basis van het commentaar worden verbeterd, waarna deze wederom getoetst wordt. Door middel van een feedbackrapportage wordt naar medewerkers toe aangetoond dat de 'input' serieus wordt genomen en gewaardeerd. Zonder een feedback rapportage is het mogelijk dat medewerkers de perceptie krijgen dat er niks wordt gedaan met hun 'input' en dat deze niet wordt gewaardeerd. Hierdoor is de kans groot dat de betrokkenheid van medewerkers bij het specificatieproces zal afnemen.



Figuur 11: Het informatie- en Procesontwerp weergegeven in één figuur (gebaseerd op In 't Veld (1998)). Een gele cirkel geeft aan dat een functie betrokken is bij een fase

5.6 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk zijn oplossingen geformuleerd voor knelpunten die in de evaluatie uit hoofdstuk 4 naar voren zijn gekomen. Het doel was om te beschrijven hoe een effectieve specificatie en onderliggende requirements geformuleerd moeten worden. In de informatieontwerp paragraaf is aangegeven hoe een specificatiedocument moet worden opgebouwd. Daarnaast is voor requirements aangegeven, voor het format en de content, aan welke criteria deze moeten voldoen.

Het nieuwe procesontwerp heeft een aantal voordelen tot gevolg. Een ieder die betrokken is bij het specificatieproces heeft een duidelijk overzicht van het proces dat doorlopen wordt. Daarbij is ook duidelijk welke informatie op welk moment verwacht wordt en op basis van welke criteria het resultaat getoetst wordt. Het proces is hiermee transparanter geworden. De invoer van meerdere 'stage-gates', na elke fase, moet de kwaliteit van de specificatie vergroten. Bij fouten kan er ook snel worden ingegrepen. Als laatste moet het ontkoppelen van de specificatie van het materieelproject het specificatieproces meer flexibiliteit en tijd bieden. Hierdoor is het niet meer noodzakelijk om het laatste moment nog snel een specificatie samen te stellen die bij voorkeur gisteren al klaar was geweest. Dit creëert ook de ruimte voor een volledige inventarisatie en formulering van requirements. Het geeft daarbij ook de mogelijkheid tot een strikte kwaliteitscontrole, omdat omwille van de tijd geen zaken door de vingers hoeven worden gezien. De combinatie van een vastgelegde structuur, de implementatie van 'stage-gates' en de ontkoppeling van het specificatieproces en materieelproject moet leiden tot een effectief specificatieproces.

De gekozen coördinatiemechanismen, standaardiseren van werkprocessen alsmede kennis en vaardigheden, sluiten niet alleen aan bij de ontwerpparameters en onzekerheidsfactoren; beide ondersteunen ook de keuzes die zijn gemaakt in het informatie- en procesontwerp. Ze zijn derhalve complementair. Door het vergroten van de kennis en vaardigheden van het specificeren wordt de initiële kwaliteit van de specificatie vergroot. Met behulp van het standaardiseren van werkprocessen wordt een eenduidige richtlijn voor het specificatieproces beschreven. Als laatste zorgt het Skunk Works dat het specificatieproces flexibeler wordt en werkgroepen worden samengesteld op basis van de behoefte. Deze werkgroepen staan daarbij ook vrij van invloed vanuit de hiërarchie om samen tot de kwalitatief beste oplossing (binnen de opdracht-kaders) komen. Door professionals vanuit alle geledingen van de organisatie direct te betrekken neemt ook de kennis in het specificatieproces toe. Als laatste is het specificatieproces op deze wijze in staat sneller te reageren, doordat het verder van de hiërarchische verhoudingen is geplaatst. In principe wordt alleen in de laatste 'stage-gate' geoordeeld over de wenselijkheid van de requirement.

Met behulp van bovenstaande voorstellen moet NS in staat zijn om de effectiviteit van de specificatie en de totstandkoming van de specificatie significant te vergroten.

6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

6.1 CONCLUSIE

De door NS ervaren problemen zijn in de introductie uiteengezet. NS was niet in staat afdoende snel en flexibel te reageren op de dynamische markt. Daarnaast was er geen duidelijke aanpak. Bij elke bestelling van nieuw materieel werd het wiel opnieuw uitgevonden. Hierdoor was er onvoldoende grip op de kwaliteit dat werd versterkt door een hoge tijdsdruk bij materieelprojecten.

De vragen voor dit onderzoek spitsen zich dan ook toe op de totstandkoming van een materieelspecificatie, vanuit theoretisch perspectief, tijdens het IC-S project en bij toekomstige projecten.

De totstandkoming van een materieelspecificatie is geëvalueerd met behulp van het theoretisch kader. Hierin is bepaald wat een effectieve specificatie (inclusief onderliggen requirements), proces en coördinatiemechanisme(n) is. Uit de evaluatie is gebleken dat het informatie-, proces-, en organisatie niet effectief waren. Bij het informatieontwerp bleek dat de specificatie en requirements van het IC-S project niet voldeden aan veelvuldig beschreven 'best-practices' uit de literatuur. Er zaten onnodig veel fouten in. Daarnaast was de opbouw van het specificatiedocument niet overzichtelijk. Voor het procesontwerp gold dat de structuur niet duidelijk was vastgelegd, daarbij werden de meeste fase van het ontwerp niet afdoende uitgevoerd. Hierdoor was het ook mogelijk dat er fouten in de specificatie terecht kwamen. De problemen bij het informatie- en procesontwerp zijn te herleiden naar het organisatieontwerp: de coördinatiemechanisme(n). De toegepaste coördinatiemechanismen brachten geen focus op de kwaliteit van een specificatie. Daarbij sloot het niet aan op de omgeving, het was onvoldoende snel en flexibel. Als laatste was er onvoldoende focus op de benodigde kennis en vaardigheden van het specificeren en het product trein. Hierdoor was een specificatie van onvoldoende kwaliteit en niet effectief.

De oplossing voor deze problemen is gezocht door allereerst de huidige aanpak te analyseren en evalueren. Dit heeft geresulteerd in een aantal knelpunten op het vlak van het informatie-, proces-, en organisatieontwerp. Deze zijn beschreven in het voorstel voor een verbeterde aanpak.

Een essentieel onderdeel van de verbeterde aanpak van het specificatieproces zijn de toegepaste coördinatiemechanismen. De focus op kennis en vaardigheden, introduceren van werkprocessen en toepassen van wederzijdse afstemming moeten ervoor zorgen dat het proces- en informatieontwerp beter worden uitgevoerd. De kwaliteit van de specificatie wordt verhoogd door het inbrengen van kennis en vaardigheden. Kennis van het specificeren, maar ook kennis van de diverse vakgebieden door het toepassen van Skunk Works. Doordat betrokken medewerkers kennis nemen van een correcte wijze van specificeren wordt de initiële kwaliteit van een specificatie verbeterd. Door kennis van het specificeren tevens te combineren met de inbreng van expertise van professionals, moet de inhoudelijke kwaliteit

van een specificatie ook toenemen. Vanuit twee oogpunten wordt de kwaliteit van een specificatie verbeterd.

Voor een specificatie en requirement is aangegeven hoe deze qua format en content geformuleerd moeten worden. De opbouw van een specificatie is van belang voor de leesbaarheid. Vanuit de literatuur wordt ook duidelijk aangegeven wat een effectieve requirement is, hoe deze geformuleerd moet worden en dat additionele informatie van belang is. Daarnaast zijn er middelen aangereikt om de kwaliteit van een specificatie en requirement te toetsen. Hiermee moet de kwaliteit van een specificatie verhoogd worden.

Het standaardiseren en vastleggen van werkprocessen moeten voor een transparant verloop van het specificatieproces zorgen. Dat wil zeggen dat het voor betrokken medewerkers duidelijk is hoe het proces zal verlopen en welke inbreng er verwacht wordt. Door het vastleggen van het proces wordt voorkomen dat elke keer het wiel opnieuw wordt uitgevonden. De medewerkers weten voorafgaand aan elke fase aan welke criteria moet worden voldaan en hoe het resultaat getoetst zal worden. Deze opzet geeft de medewerkers gedurende elke fase maximale vrijheid voor de totstandkoming van requirements. Ook dragen de 'stage-gates' als derde element, naast de in de vorige alinea beschreven elementen, bij aan de kwaliteit van requirements en de specificatie.

Verder wordt wederzijdse afstemming toegepast voor de besluitvorming tussen stakeholders, aan de start en het einde van het proces. De stakeholders moeten gezamenlijk tot een gedragen oordeel komen, waarbij er geen uitsluitend goed of fout bestaat.

Het splitsen van het materieelproject en specificatieproces moet NS meer flexibiliteit geven en ruimte om sneller te kunnen reageren op de dynamische markt. Door de splitsing kan voorafgaand aan een besluit voor de bestelling van nieuw materieel al een selectie van alle requirements zijn geformuleerd en goedgekeurd. Hierdoor blijft een kleinere selectie aan requirements (waarvan de behoefte al wel geïdentificeerd kan zijn) over. Tijdens een materieelproject moeten deze nog geformuleerd worden. Ook het feit dat het gehele specificatieproces al georganiseerd is, bespaart veel tijd. Zoals gezegd hoeft het wiel niet opnieuw worden uitgevonden.

In de voorgaande alinea's is kort uiteengezet hoe NS effectief een specificatie kan creëren. Als NS deze opzet volgt, verder zal uitwerken en implementeren moet de komende specificatie van hogere kwaliteit zijn. NS zal in staat worden gesteld om sneller op de dynamische omgeving te reageren. Daarnaast is er een degelijke opzet die gebruikt kan worden zonder dat voorafgaand aan een nieuwe materieelbestelling een geheel nieuw proces moet worden opgezet.

6.2 AANBEVELINGEN

Tijdens het onderzoek zijn er vele zaken aan bod gekomen die niet binnen de kaders van het onderzoek behoorden, maar wel nauw verwant én van belang zijn bij het implementeren van de vernieuwde aanpak van het specificatieproces. Het betreft een viertal aandachtspunten: de specificatiemanager en implementatiemanager, een requirement management systeem, een ‘knowledge management’ systeem en de zogenaamde ‘heilige huisjes’

Zoals eerder aan bod is gekomen, is kennis van het specificeren en het product van groot belang bij het creëren van een specificatie. Zoek daarom als specificatiemanager een persoon die beide competenties heeft en zodoende die kennis en ervaring binnen de organisatie kan delen. Koppel dit aan een persoon die het proces kan implementeren binnen de organisatie. Iemand die goed bekend is binnen de organisatie en die in staat is om nut en noodzaak van de vernieuwde opzet over te brengen.

Een element dat tijdens het onderzoek naar voren kwam, is een ‘requirement management’ systeem. Een requirement management systeem stelt een organisatie in staat alle requirements in een database onder te brengen. Een voordeel hiervan is dat bijvoorbeeld onderlinge afhankelijkheden zijn te koppelen. Er zijn vele systemen beschikbaar, waarvan er een aantal overwegend door grote internationale bedrijven gebruikt worden. Ook binnen de spoorweg-industrie. NS zal hierin zelf een afweging moeten maken welke functionaliteiten gewenst zijn en vervolgens de beslissing nemen om dit systeem aan te schaffen en te implementeren. Een dergelijk systeem is van groot belang ter ondersteuning van een specificatieproces en zorgt ervoor dat het mogelijk is ‘requirements’ op een gemakkelijke en overzichtelijke wijze te beheren. Een requirement management systeem draagt bij aan het voorkomen van fouten in ‘requirements’ en de specificatie.

Verder is er bij NS op dit moment geen sprake van ‘knowledge management’ op het gebied van specificaties en daaraan ten grondslag liggende besluitvorming. In de introductie is hier al kort een vermelding van gemaakt. In het verleden is het voorgekomen dat er keuzes zijn gemaakt voor enkel- of dubbeldeks treinen, maar dat de onderliggende besluitvorming niet is bewaard. Hierdoor moet bij het opstellen van een nieuwe specificatie de redenering voor de keuze tussen enkel- of dubbeldeks materieel weer onderzocht worden wat een tijdrovend en kostbaar proces is. Daarom kan het bijdragen aan de effectiviteit en efficiëntie van het specificatieproces om te onderzoeken hoe deze besluitvorming voor toekomstig gebruik bewaard kan blijven.

De laatste aanbeveling is regelmatig een punt van discussie binnen NS en dat zijn de zogenoemde ‘heilige huisjes’. Een voorbeeld hiervan is de fixatie op een ‘off the shelf’ trein materieel (zie ook paragraaf 3.2 met de uitgangspunten voor de IC-S specificatie). Dit houdt in dat er puur functioneel gespecificeerd wordt. Het product wordt gekocht zoals de fabrikant het heeft ontworpen. De gedachte is dat er een minimaal aantal aanpassingen aan wordt gedaan, zodat het nieuwe materieel zo goedkoop mogelijk blijft. Tijdens het

besluitvormingsproces kunnen uiteraard deze criteria (alleen functioneel specificeren) worden gehanteerd, maar het is wellicht wenselijk om een voorstel te beoordelen op objectieve criteria als bijvoorbeeld kosten, klantwenselijkheid, veiligheid, 'life cycle cost' en duurzaamheid. Door puur te fixeren op standaard treinen is het mogelijk dat NS commerciële kansen laat liggen op de markt. dat gedeeltelijk verklaarbaar is gezien het feit dat verschillende bevolkingsgroepen verschillende eisen stellen aan treinen. Het is dus waarschijnlijk niet aannemelijk om te stellen dat met een 'off the shelf' trein het hoogste rendement (bijvoorbeeld economisch of klantoordeel) wordt behaald. Evenzo geldt dit voor de vraag of een 'requirement' technisch of functioneel gespecificeerd zou moeten worden. Het is daarom aan te bevelen om bij deze keuzes een strikt rationele benadering te volgen en eenduidige randvoorwaarden voor een specificatieproces te formuleren, zonder dat daar al oplossingen in verborgen zijn.

Door de aanbevelingen verder uit te werken zal NS in staat worden gesteld de effectiviteit van specificaties te verhogen. Requirement management kan hierin een grote bijdrage hebben. Knowledge management daarentegen kan het 'organisatie geheugen' verbeteren, waardoor werk minder dubbel uitgevoerd hoeft te worden. Dit kan kostbare tijd en daarmee geld besparen. Hierdoor zal het mogelijk zijn het verloop van een toekomstig specificatieproces en materieelproject te versnellen.

REFERENTIES

- Alexander, I., & Stevens, R. (2002). *Writing Better Requirements*. Boston: Addison-Wesley.
- Bartlett, C.A., & Ghoshal, S. (1995). Changing the Role of Top Management: Beyond Structure and Processes. *Harvard Business Review*, 73(1), 86-96.
- Bittner, K., & Spence, I. (2003). *Use Case Modelling*. Boston: Addison-Wesley
- Cooper, R., & Kleinschmidt, E. (1993). Stage Gate Systems for New Product Success. *Marketing Management*, 1(4), 20-29.
- Cule, P. (1995). Business Process Reengineering: Theory and Practice - Views from the Field. In V. Grover, & W. Kettinger, *Business Process Change: Reengineering Concepts, Methods and Technologies* (pp. 57-77). Harrisburg: Idea Group Publishing.
- Comité Européen de Normalisation (CENa). (2007). *prEN-15380 1-2*. Brussel.
- Comité Européen de Normalisation (CENb). (2007). *prEN-15380 1-4*. Brussel.
- Cunningham, J. (1977). Approaches to the Evaluation of Organizational Effectiveness. *Academy of Management Review*, 2(3), 463-474.
- European Cooperation for Space Standardisation. (2009). *Space Engineering: Technical Requirements Specification*. Noordwijk: ECSS Secretariaat, Requirements & Standards Division.
- Forsberg, K., & Mooz, H. (1991). The relationship of system engineering to the project cycle.
- Gwynne, P. (1997). Skunk Works, 1990's Style. *Research Technology Management*. 40(4), 18-24
- In 't Veld, J. (1998). *Analyse van Organisatieproblemen*. Amsterdam: Elsevier.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1998). *IEEE Recommended practice for software requirements specifications*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers: Software engineering standards committee.
- Jägers, H., Jansen, W., Coun, M., & de Man, H. (1995). *Organisatie & Management: De Structuur van de Organisatie*. Utrecht: Lemma.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2005). *Handreiking Functioneel Specificeren*. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Expertise Centrum Opdrachtgeverschap.
- Mintzberg, H. (1980). Structure in 5's: A Synthesis of the Research on Organization Design. *Management Science*, 26(3), 322-341.

- Robertson, S., & Robertson, J. (2008). *Mastering the Requirments Process*. Essex: Pearson Unlimited.
- Sommerville, I., & Sawyer, P. (1997). *Requirements Engineering*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het Ontwerpen van een Onderzoek*. Den Haag: Lemma.
- Young, R. (2003). *The Requirements Engineering Handbook*. Boston: Artech House.

BEDRIJFSDOCUMENTEN

- FpvE (2007). Document: SLUITFLUITfpveaug06. Utrecht.
- IC-S. (2008). Document: 080225 *Proces totstandkoming Contract & Specificatie*. Utrecht.
- IC-S Projectorganisatie. (2008). Document: *CT Rolma en het projectteam voorbereiding aanbesteding IC-S*. Utrecht.
- IC-S Specificatie. (2008). Document: 340662 *IC-S Specificatie (versie 1.2)*. Utrecht
- Materieelproject. (2008). Document: *Rollen stakeholders in materieelprojecten versie 3.0*.
- NS Reizigers. (2009). Intranet:
http://insite.ns.nl/insite2006/cia/cia_hm/cat1/cat2637/cat4/cat3682/0000015974.asp.
Retrieved: juli 2009.
- NSR Materieel. (2007). Presentatie: *Project overleg 22 oktober 2007*. Utrecht.
- NSR Materieel. (2008). Document: *ICS voortgangsrapportage 3e kwartaal 2008*. Utrecht.
- NSR Materieel. (2008). Document: *Projectopdracht IC-S 4 augustus 2008*. Utrecht.
- NSR Materieel. (2008). Document: *Evaluatie Studiefase IC-S 11 juli 2008*. Utrecht.
- Meier, M.C., & Julius, H.J.A., Boelens, L. (2009). *Behandelaarvoorstel: Optimalisatie proces borging klant-, merk- en overheidswaarde voor materieelprojecten binnen NS*.
Utrecht: NS Reizigers: Bedrijfs- en Productontwikkeling / Materieel.
- Meier, M.C., & Matheussen, B.M. (2006). *NS Treinformules*. Utrecht: NS Reizigers: Bedrijfs- en Productontwikkeling.
- Projectteam overleg. (2007). Document: 071029 *Projectoverleg ICS*.
- Review IC-S specificatie. (2008). Presentatie: *Review IC-S specificatie 7 augustus 2008*.
Utrecht.

BIJLAGEN

A. INTERVIEWVRAGEN

1. Wie moet het proces beheren?
2. Wat moet de rol van de procesbeheerder zijn?
3. Wat zijn de grootste bezwaren in het huidige proces?
4. Wat is de invloed van veranderend management op eisen/wensen?
5. Waar ontstaan voornamelijk conflicten?
6. Moet het nieuwe proces een coördinerende/adviserende rol spelen of juist ook zorgen voor besluitvorming?
7. Wat is de ultieme uitkomst en wat zijn de verwachtingen daarvan?
8. In hoeverre is men bereid om de oplossing van de leverancier die voldoen aan de functionele criteria alsmede de prestatiecriteria te accepteren?
9. Wat doe je met het specificeren buiten eigen kennisgebied?
10. Hoe gaat men om met stakeholders tijdens het verbetervoorstel?
11. Zou men moeten aansluiten bij Europese initiatieven op specificatie gebied?
12. Wie zou er verantwoordelijkheid moet zijn voor een eis die bij meerdere eigenaren ligt?
13. Waarom functioneel specificeren? Kan de NS dat wel?

B. DOCUMENTINDELING IC-S SPECIFICATIE

1	Introduction
2	General
2.2	Flexibility in lay out
3	Pre conditions for the design of the Train Sets
3.1	Infrastructure
3.2	Climatic conditions
3.3	Environment
3.4	Noise
3.5	Aerodynamics
4	The design of the Train Sets
4.1	Operational data
4.2	Accessibility and Comfort
4.3	Front and Exterior Design
4.4	Fire protection
4.5	Social safety
5	Life Cycle Costs and RAM
5.1	Reliability
5.2	Maintenance
5.3	Availability
6	The construction of the Train Sets
6.1	Joining techniques
6.2	Preservation exterior
6.3	Inscriptions
6.4	Electrical and electronic equipment
6.5	Software
6.6	Rerailing and removing
7	The systems
7.1	Car body
7.2	Interior of the Train Set
7.3	Climate control system
7.4	Door system
7.5	Running gear
7.6	Drawing and buffing gear
7.7	Air supply installation
7.8	Braking system
7.9	High Voltage Installation
7.10	Traction installation
7.11	Low voltage installation
7.12	Control system
7.13	GSM-R
7.14	Automatic train control
7.15	Driver's Vigilance Device
7.16	Automatic Run Registration ARR
7.17	Signal-lights
7.18	Horn
7.19	Diagnosis system
7.20	Passenger information system
7.21	IT Service System

Tabel 18: Document indeling van de IC-S specificatie (IC-S Specificatie, 2008)

C. VERBODEN WOORDENLIJST

List of terms that shall not be used in a requirement

“and/or”,

“etc.”,

“goal”,

“shall be included but not limited to”,

“relevant”,

“necessary”,

“appropriate”,

“as far as possible”,

“optimize”,

“minimize”,

“maximize”,

“typical”,

“rapid”,

“user-friendly”,

“easy”,

“sufficient”,

“enough”,

“suitable”,

“satisfactory”,

“adequate”,

“quick”,

“first rate”,

“best possible”,

“great”,

“small”,

“large”, and

“state of the art”.

D. INVENTARISATIETECHNIKEN

- Interviews
- Document analyses
- Brainstormen
- Brainwriting
- Requirements workshop
- Prototyping
- Use cases
- Storyboards
- Interface analyses
- Modeling
- Performance en capacity analysis
- Scenarios
- Understanding the current situation
- Apprenticing
- Observing
- Mindmaps
- Video's to observe the user
- Customer suggestions and complaints
- Problem reports
- Comparable and rival products
- Existing requirements
- Wiki, blogs and discussion forums

(Robertson en Robertson, 2008; Alexander en Stevens, 2002)

E. FUNCTIONELE EN TECHNISCHE INDELING

Indication of 1st level	1st level function
B	Carry and protect passenger, train, crew and load
C	Provide appropriate conditions to passenger, train crew and payload
D	Provide access and loading
E	Connect vehicles and/or consists
F	Provide energy
G	Accelerate, maintain speed, brake and stop
H	Provide train communication, monitoring and control
I	Support and guide the train on the track
J	Integrate the vehicle into the complete system railway

Tabel 19: Overzicht van een indeling voor functionele requirements (CENa, 2007)

Indication of 1st level	1st level function
B	Vehicle body
C	Vehicle fitting out
D	Interior appointments
E	Running gear
F	Power system, drive unit
G	Control apparatus for train operations
H	Auxiliary operating equipment
J	Monitoring and safety equipment
K	Lighting
L	Air conditioning
M	Ancillary operating equipment
N	Doors, entrances
P	Information facilities
Q	Pneumatic/hydraulic equipment
R	Brake
S	Vehicle linkage devices
T	Carrier systems, enclosures
U	Electrical wiring

Tabel 20: Overzicht van een indeling voor technische requirements (CENb, 2007)

F. GEBRUIKTE AFKORTINGEN

Afkorting	Omschrijving
CEN	Comité Européen de Normalisation
COTS	Commercial of the Shelf
CT Rolma	Commodity Team Rollend Materieel
CW	Constructie Wijziging
FpvE	Functioneel Programma van Eisen
GFO	Globale Functie Omschrijving
IC	InterCity
IC-S	InterCity-Standaard
HR	Human Resource
NS	Nederlandse Spoorwegen
NS FSC	NS Financial Services
NSR	NS Reizigers
Off the Shelf	Standaard materieel van de plank kopen.
VIRM	Verlengd Interregio Materieel

Tabel 21: Overzicht van gebruikte afkortingen in dit onderzoek

G. HOOFDSTUKINDELING FUNCTIONEEL PROGRAMMA VAN EISEN

Functioneel Programma van Eisen Sluifluit
Revisie overzicht
Goedkeuring
Distributielijst intern NSR
1 Project identificatie
1.1 Projectnaam
1.2 Probleemstelling (aanleiding tot specificatie)
1.3 Gevraagde functionele voorzieningen van de specificatie
1.4 Nut & Noodzaak
1.5 Realisatietermijn
1.6 Urgentie van het project
1.7 Samenhang met andere projecten
1.8 Beschikbare documentatie/wetgeving/regelgeving
1.9 Externe factoren
2 Gevraagde Functionaliteit
2.1 Gebruik
2.2 Materieelinzet
2.3 Bediening
2.4 Consequenties vervoersproces
2.5 Reizigersaspecten
2.6 Toelating
3 Beleid
4 Systeemeisen sluitluit
4.1 Minimum eisen
4.2 Basis eisen
4.3 Comfort & beleving
5 Beschikbaarheid
5.1 Effect op beschikbaarheid tijdens uitvoering CW
5.2 Effect op de beschikbaarheid na uitvoering CW
5.3 Invloed op de “spelregels” t.a.v. beschikbaarheid
6 Bedrijfszekerheid
6.1 Bedrijfszekerheid functie
6.2 Bedrijfszekerheid trein
6.3 Storingsafhandeling
7 Onderhoudbaarheid
7.1 Gevolgen Onderhoudsystematiek
7.2 Onderhoudskosten
8 Veiligheid
8.1 Treinveiligheid
8.2 Persoonlijke veiligheid Personeel
8.3 Persoonlijke veiligheid Reiziger
8.4 Aanraakgevaar
8.5 Brandgevaar
8.6 Veiligheidsstoringen
9 Human factors
9.1 Ergonomie & Arbo
10 Omgeving
10.1 Energie
10.2 Geluid
10.3 Milieu
11 Financieel
12 Faseringsmogelijkheden
Bijlagen

Table 22: Hoofdingeling Functioneel Programma van Eisen Sluifluit (FPvE, 2007)