

Knelpuntenanalyse en herziene ontwerpprocedure Definitief Ontwerp

Algemene analyse van de problemen binnen de afdeling beveiliging van Grontmij Maunsell ICS, gevolgd door een herzien ontwerpproces voor het Definitief Ontwerp met Systems Engineering als theoretisch kader

Bachelor Eindopdracht B.P.J. Vrind

Definitief

Grontmij Maunsell ICS
Zwolle

Universiteit Twente
Enschede

Grontmij Maunsell ICS
Zwolle, 27 juni 2008



Verantwoording

Titel : Knelpuntenanalyse en herziene ontwerpprocedure Definitief Ontwerp

Subtitel : Een algemene analyse van de problemen binnen de afdeling beveiliging van Grontmij Maunsell ICS, gevolgd door een herzien ontwerpproces voor het Definitief Ontwerp met Systems Engineering als theoretisch kader

Bachelor Eindopdracht B.P.J. Vrind

Projectnummer : n.v.t.

Referentienummer : n.v.t.

Revisie : 1

Datum : 27-06-2008

Auteur(s) : B.P.J. Vrind

E-mail adres : b.p.j.vrind@student.utwente.nl

Gecontroleerd door : H. Beumer

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : P. Aukes

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Noordzeelaan 50
8017 JW Zwolle
Postbus 1364
8001 BJ Zwolle
T +31 38 499 16 00
F +31 38 422 76 97

Voorwoord

Hierbij presenteer ik mijn Bachelor Eindopdracht voor de studie Civiele Techniek, faculteit Construerende Technische Wetenschappen aan de Universiteit Twente.

Voor mij heeft het spoor iets poëtisch, ik ben er altijd al door gefascineerd geweest. Vandaar ook dat ik de kans aangreep voor de bacheloropdracht op zoek te gaan naar een onderwerp dat met het spoor te maken heeft. Vrij snel al kwam ik terecht bij Grontmij Maunsell ICS in Zwolle. Het eerste contact met de heer Eikelboom, teamleider bij Grontmij Maunsell, verliep zeer aangenaam. Het bedrijf maakte een open indruk op me en de ontvangst was zeer vriendelijk. Helaas was er geen kant- en klare onderzoeksopdracht, maar wel enkele mogelijkheden voor een onderzoek. Uiteindelijk heb ik ervoor gekozen onderzoek te gaan doen naar het ontwerpproces voor beveiligingssystemen, iets waar Grontmij behoefte aan had, gezien het feit dat er recentelijk problemen mee waren geweest. Na twee gesprekken met dhr. Veenfliet ben ik gekomen tot een onderzoeksvoorstel, dat met enthousiasme ontvangen werd bij Grontmij.

Bij de aanvang van mijn Bachelor Eindopdracht leek het, ondanks de aanwezige goede moed en motivatie, een bijkans onmogelijke opgave een goed rapport neer te zetten. Systems Engineering was nieuw voor mij en spoorse zaken waren mij al onbekend, laat staan iets als treinbeveiliging. Met vertrouwen in eigen kunnen en een goede, motiverende begeleiding is echter alle twijfel weggenomen en ben ik in staat gebleken iets te produceren waar zelfs ik, als notoire perfectionist, blij mee kan zijn. Ik hoop dan ook dat Grontmij Maunsell als bedrijf iets heeft aan dit rapport en tot een verbetering kan komen in de werkstructuur, want het zou zonde zijn van zo een mooi bedrijf als de problemen die het kent zouden voortduren.

Werken bij Grontmij Maunsell ICS is een zeer fijne ervaring geweest, iedere dag trok ik weer met plezier de deur op de eerste verdieping aan de Noorzeelaan 50 in Zwolle open, na enige momenten eerder de schone receptioniste een goede morgen gewenst te hebben. Ik zal deze dagelijkse routine zeker gaan missen wanneer ik weer terug buitel in het leven van de student. De kennismaking met het arbeidsleven is mij dan ook zeer bevallen en heeft een motivatie gevormd om mijn uiterste best te doen zo snel mogelijk de arbeidsmarkt op te komen. Uit het aanbod voor een parttime dienstverband bij Grontmij Maunsell spreekt ook van het bedrijf uit waardering, zodat ik niet anders kan zeggen dan dat het een zeer positieve ervaring geweest is.

Tot slot wil ik voornamelijk die mensen bedanken die hebben laten blijken in mijn kunnen te geloven en zij die mij met frisse moed steeds weer op het rechte pad gehouden hebben. Allereerst natuurlijk mijn moeder en mijn verloofde voor de geestelijke ondersteuning. De heer Veenfliet voor zijn stimulerende en vertrouwenwekkende begeleiding en adviezen, de heer Beumer voor zijn niet aflatende enthousiasme en waardevolle input en de heer Eikelboom voor zijn vriendelijke en warme wijze van doen. De goede tijd die ik beleefd heb is echter alle medewerkers toe te schrijven met wie ik contact heb gehad in de 14 weken dat ik bezig geweest ben met mijn rapport. Iedereen is altijd hartelijk en meewerkend geweest en ik denk dan ook dat eenieder, ondanks de aanwezige problemen, ontzettend blij mag zijn met zo'n groep fantastische collega's samen te kunnen werken.

Bouke Vrind

Enschede,
27 juni 2008

Management Summary

Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is de volgende:

Het doen van aanbevelingen voor verbetering van de beheersing van het ontwerpproces van beveiligingssystemen voor het spoor door de huidige situatie te toetsen aan theorie vanuit de Systems Engineering.

Dit betekent een onderzoek naar de huidige processen en hun knelpunten, welke vervolgens als input dienen voor aanbevelingen voor verbeteringen in het ontwikkelproces vanuit een vertaling naar en van de Systems Engineering. Oorspronkelijk waren ook normen (CENELEC en ISO/NEN) in de doelstelling opgenomen, maar dit bleek binnen de tijd en de omvang van het onderzoek niet haalbaar.

Informatie

Het rapport bevat in het eerste deel informatie over wat treinbeveiliging kort inhoudt, hoe de afdeling beveiliging georganiseerd is, wat de producten zijn en hoe het ontwerpproces eruit ziet. Daartoe wordt kort de RVOI fasering van het KIVI besproken zoals deze toegepast wordt op de afdeling. Daarna worden de beheersmaatregelen gedefinieerd en besproken (drie vormen van collationering, de review, de eisenformulering, de reflectie en het werkoverleg). Vervolgens wordt een hoofdstuk gewijd aan de theorie over Systems Engineering, voornamelijk bedoeld om de lezer die hier nog weinig kennis van heeft te informeren. Daarnaast is het de basis voor de voorgestelde veranderingen voor het ontwerpproces. Het wordt geacht voor het doel van deze management summary niet van belang te zijn de inhoud van deze informatie hoofdstukken toe te voegen. Mocht de lezer kennis ontberen over deze aspecten wordt hem aangeraden deze hoofdstukken te bestuderen.

Knelpuntenanalyse

Allereerst is middels het PMTE-paradigma van Martin (1997), dat enigszins bewerkt is, een raamwerk opgesteld waarbinnen de verschillende procesfasen onderzocht zijn. Deze procesfasen zijn de belangrijkste fasen uit de RVOI, aangevuld met de acquisitiefase, die in dit document 'fase0' gedoopt is. De onderzochte fasen zijn achtereenvolgens: (1) Acquisitie, (2) Onderzoek, (3) RVTO, (4) Voorbereiding DO en DO, (5) Bestek, (6) Detaillering, (7) Indienstelling en (8) Oplevering. Op methodeniveau zijn de aspecten die in principe aanwezig moeten zijn; Planning, Organisatie, Controle, Directie (sturing) en Integratie. Daarnaast kan men de procesfase beoordelen op de attributen Gedachtenpatronen/processen, Kennisbasis, Regels, Structuur en Notatie. Het gaat erom of de attributen op een goede manier ingevuld worden. Vervolgens wordt het omgevingsaspect beoordeeld in de dimensies kapitaal (fysiek, computer en netwerk, communicatie) en personeel (organisatiestructuur, management, werknemers en inputfactoren).

Uiteindelijk heeft deze analyse geleid tot de in Tabel 1 (procesfaseonderzoek; methoden), Tabel 2 (procesfaseonderzoek; attributen) en Tabel 3 (projectomgevingsonderzoek) in zeer verkorte vorm weergegeven knelpunten. In Tabel 1 betekenen de kruisjes *niet of niet voldoende aanwezig*, de vinkjes *aanwezig of voldoende aanwezig* en streepjes *niet van toepassing*. Wanneer de genoemde punten voor de lezer niet voldoende duidelijk maken wat bedoeld wordt, is verdere uitleg over de informatie in de tabellen terug te zoeken in het rapport zelf (Hoofdstuk 8), waar uitgebreid op de punten is ingegaan. Voorafgaand aan iedere tabel is het bijbehorende analysekader grafisch weergegeven in een figuur.

Tabel 1: Samenvatting knelpunten procesfasen (aanwezigheid methoden)

Analysekamer			
Fase	Aspect	Beoordeling en argumentatie	
Algemeen	Planning	✓	Planning is aanwezig en up-to-date, maar weinig op subniveau Richtlijn voor tijdsbesteding per taak kan opgesteld worden
	Organisatie	✗	Checklisten zijn te weinig aanwezig Er lijkt weinig standaardisatie in werkwijzen te zijn Uitleg bij formulieren ontbreekt
	Controle	✓	De collationeringen zorgen voor controle De protocol- en reviewformulieren worden altijd gebruikt Persoonlijke controle laat wel vaak te wensen over Reviewformulier is algemeen en laat dus te veel speelruimte
	Sturing	✗	Planning geen sturende functie door geen subplanning. Weinig contact tussen management en werkvloer. Management stuurt nauwelijks. Informatie waar sturing op berust wordt niet bijgehouden. Management verbindt geen consequenties aan falen
	Integratie	-	Op algemeen vlak kan over integratie weinig gezegd worden
Acquisitie	Planning	✗	Raming wordt niet gekoppeld aan planning en interne capaciteit
	Organisatie	✗	Vormen offerte niet transparant. Slechts één persoon maakt ramingen
	Controle	✗	Controle is niet goed mogelijk door ontbreken transparantie
	Sturing	-	Werkzaamheden niet gespreid over tijd
	Integratie	✗	Mening werkvloer en management heeft geen invloed op beslissing directie om over te gaan op inschrijving
Onderzoek	Planning	✓	Wel planning, maar algemeen. Verhouding tot PvA onduidelijk
	Organisatie	✓	PvA mist solide basis door definitief worden voordat inputinformatie bekend is
	Controle	✓	Controle is er in de vorm van reflectie en overleg. Overleggen hebben echter geen officiële status: geen formele controleslagen
	Sturing	✗	Er zijn momenten van reflectie. Startoverleg wordt pas in latere fase uitgevoerd, slechts overleg management onderling. Sturing vanuit het management is niet goed zichtbaar
	Integratie	✓	Integreren is inherent aan onderzoeken van oplossingsruimte
RVTO	Planning	✓	Bestaat uit verbinden van deadlines aan gebruikte checklisten Centrale planning gaat niet verder dan het toekennen van een bepaalde hoeveelheid tijd voor alles
	Organisatie	✓	Gemaakte afspraken onderling worden vastgelegd. Wordt gewerkt met checklisten en actielijsten. Reflectie wordt toegepast om eigen inzichten te complementeren, resultaten vastgelegd
	Controle	✓	Controleslag van ProRail vindt plaats als harde gateway Onderzoek doen naar de rode draad van commentaar ProRail Interne toets vindt plaats voor levering aan ProRail
	Sturing	✗	Manager peilt status van de ontwikkeling slechts sporadisch Buiten het RVTO team bestaat niet echt een beeld van de (technische) ontwikkelingen en tijdsbesteding.

	Integratie	✓	Contact met baan/civiel is nodig, maar laat vaak te wensen over Veel contact met de opdrachtgever is nodig, maar laat vaak te wensen over. Al in de acquisitie- en onderzoeksfase is contact met opdrachtgever gewenst om richting te geven aan project.
Vorbereiding DO en DO	Planning	✓	Centrale planning geeft PE aan welke mensen hij kan inzetten, PE maakt subplanning
	Organisatie	✓	Aansturing medewerkers door PE middels takenplanning. PE heeft geen overzicht van realisatie uren. Gebruik van actiepuntenlijsten, maar die worden niet altijd up to date gehouden. Overzicht wordt bemoeilijkt door chaotische inzet personeel.
	Controle	✓	Collationering van ontwerpen wordt toegepast, helaas niet altijd goed door ontbreken standaardisatie en door tijdsdruk
	Sturing	✗	Weinig technisch contact tussen management en personeel. Er is werkoverleg, maar niet meer dan statusupdate. Werkoverleggen hebben gezien problemen te weinig inhoud. Problemen niet tijdig signaleerd. Werkoverleg moet meer karakter van reflectie hebben.
	Integratie	✗	Problemen in communicatie tussen baan/civiele en beveiliging, voornamelijk door gebrek aan kennis van elkaars werkvlak. Te vaak laat een project vanuit baan/civiel zowel qua tijd als qua kosten te weinig ruimte voor beveiliging.
Bestek	Planning	✓	Er is sprake van planning, alhoewel niet op taakniveau. Goed contact tussen planner, projectleider en PE is er niet altijd
	Organisatie	✗	Kostenraming en bijbehorend bestek moeten eigenlijk door dezelfde persoon uitgevoerd worden. Onduidelijk is wie verantwoordelijk is voor review. Onduidelijk is welke criteria voor review gehanteerd worden. Onduidelijk is waar de gateways zitten.
	Controle	✗	Producten worden volgens de procesdocumentatie niet gecontroleerd, reviewprocedure moet hier ingezet worden. Inhoudelijke controleslag (regelgeving) en een bedrijfsmatig/juridische controleslag (uitvoeringsafspraken) ontbreekt
	Sturing	-	De taken in deze fase worden door leidinggevend (voornamelijk PL) zelf uitgevoerd, sturing van hoger management (teamleider en groepsleider) is echter onduidelijk.
	Integratie	-	Door smalle vorm geen interfaces. Enige aanwezige interface (kostenraming versus bestek) zou eigenlijk niet mogen bestaan
Detailering	Planning	✓	Er is sprake van planning, alleen niet centraal op subniveau.
	Organisatie	✓	Geen onduidelijkheden over werkorganisatie.
	Controle	✓	Werktekeningen worden gecollationeerd.
	Sturing	✓	PE verzorgt de sturing in deze fase.
	Integratie	-	Gaat slechts om 1op1 ontwikkeling.
Indienststelling	Planning	✓	Essentieel dat alle planningstechnische details bekend zijn, inclusief mogelijke speling.
	Organisatie	✓	Toepassing straffe draaiboeken. Het moet bekend en vastgelegd zijn wie van de projectpartijen verantwoordelijk is als problemen zich voordoen. Er bestaan (algemene) checklisten voor ontwikkeling
	Controle	✓	Draaiboeken worden gecollationeerd of gereviewd
	Sturing	✗	Sturing heeft slechts kleine rol, maar kennis over status van draaiboeken laat soms te wensen over.
	Integratie	✓	Sjablonen voor integratie van onderdelen in draaiboeken lijken aanwezig.
Oplevering	Planning	-	Planning omvat niet meer dan data afspreken
	Organisatie	✓	Controleren van de oplevering wordt gedaan a.d.v. checklisten. Aanpassing tekeningen a.d.v. mancolijsten. In procesdocumenten geen inputstromen weergegeven voor het aanpassen van tekeningen.

	Controle	✖	Oplevering zelf wordt gecontroleerd. Geen controleslag op tekeningen in procesdocumentatie.
	Sturing	✖	Er lijkt helemaal geen sprake te zijn van sturing, medewerkers werken volledig zelfstandig.
	Integratie	-	Er zijn geen interfaces binnen deze fase.

Tabel 2: Samenvatting knelpunten procesfasen (beoordeling attributen)

Analysekader		
Fase	Attribuut	Knelpunten/argumentatie
Acquisitie	Gedachtenpatronen <i>Negatief</i>	Doel lijkt zoveel mogelijk opdrachten binnenkrijgen, uit angst voor onvoldoende werk. Gunning staat dus boven realisme. Gevolg is onregelmatige/onvoorspelbare belasting. Gelukkig beweging richting projecten die interessant zijn voor Grontmij. Motivatie van beslissingen onontbeerlijk voor inzet personeel.
	Kennisbasis <i>Negatief</i>	Maar één persoon maakt ramingen, er is geen training op dit gebied zodat delegatie of spreiding niet kan, evenals controle. Informatiestroom van werkvloer naar management of directie is problematisch: integratie kennisbronnen niet optimaal.
	Regels <i>Neutraal</i>	Er zijn geen regels voor inschrijving, slechts 'binnenhalen wat kan worden binnengehaald'. Voor offertes en inschrijvingen gelden externe regels vanuit bijvoorbeeld ProRail.
	Structuur en Orde <i>Neutraal</i>	Structuur van fase is duidelijk, geen vastgelegde structuur voor het tot stand komen van een offerte. Orde is er doordat problemen eenvoudig toegewezen kunnen worden aan personen, verantwoordelijkheden zijn duidelijk. Een visie voor beslissingen omtrent inschrijving is er niet.
	Notatie <i>Negatief</i>	Geen algemeen toegankelijke formele documenten die keuzes (kentallen, criteria) in de offerte en andere beslissingen duidelijk maken. Ook discussie met medewerkers is belangrijk. Het is goed om een formele visie en keuzevorm vast te leggen. Goede documentatie van evaluatie is noodzakelijk.
Onderzoek	Gedachtenpatronen <i>Negatief</i>	Men wil graag 'overgaan tot actie' in plaats van 'veel te veel tijd besteden aan voorbereiden'. Gevolg is ondermijning van volgorde van zaken en onduidelijkheid in uitvoering (= overhead). Te geringe focus op de kwaliteit van het PvA, zodat de status ervan ondermijnd wordt.
	Kennisbasis <i>Positief</i>	Kennisbasis is voldoende, timing en volgorde van informatie echter nog problematisch.
	Regels <i>Neutraal</i>	Geen vaste regels voor onderzoek doordat deze fase redelijk arbitrair is: er bestaat onduidelijkheid over wat deze fase inhoudt. Dit is geen probleem door creatief karakter. Wel ontbre-

		ken regels die proces begeleiden.
	Structuur en Orde <i>Negatief</i>	Duidelijker en strakker met gateways werken. Te weinig koppeling onderzoeks- en acquisitiefase: deel onderzoek al bij offertevorming, dus een basaal PvA al in acquisitiefase (koppeling mogelijkheden/doelstellingen), uitwerking in subseculente fasen. Verder vrijblijvendheid van reflectie in het ontwikkelproces.
	Notatie <i>Negatief</i>	Weinig notatie: reflectie niet formeel voorgeschreven, omdat email niet tot onomwonden status leidt. Richtlijnen voor notatie van ontwerpkeuzes zijn er niet, terugzoeken dus niet mogelijk. Toevoeging formele gateways is een optie.
RVTO	Gedachtenpatronen <i>Positief</i>	Gedachtenpatronen in RVTO fase zijn in orde. Medewerkers actief bezig om kwaliteit te leveren d.m.v. reflecties en structurering. Wel ligt initiatief voornamelijk bij de groep zelf, meer initiatief vanuit het management is gewenst.
	Kennisbasis <i>Negatief</i>	Te weinig mogelijkheden voor training medewerkers terwijl deskundige binnen afzienbare tijd pensioensgerechtigd is. Kennisbasis dus zorgwekkend.
	Regels <i>Neutraal</i>	Vooraf betrekking op inhoud door voorschriften ProRail. Procesmatig zijn regels niet duidelijk.
	Structuur en Orde <i>Neutraal</i>	Structuur wordt d.m.v. checklisten ondersteund, hebben echter meer persoonlijke betekenis en zijn niet algemeen inzetbaar. Verdere ontwikkeling en ratificatie ondersteunen standaardisatie en daarmee structuur en orde. Er is nu te weinig controle en sturing door management en planning op subtaken mogelijk.
	Notatie <i>Negatief</i>	Formaliteit van notatie onvoldoende door niet tijdig ratificeren van procesdocumenten. Onderlinge afspraken worden genoteerd maar kennen buiten de groep geen status. Initiatieven v/d werkvloer moeten ondersteund worden door formele beslissingen van het management.
Voorbereiding DO en DO	Gedachtenpatronen <i>Negatief</i>	Her-collationering door zelfde persoon als eerste collationering kan alleen als eerste collationering foutloos is, maar dat is niet het geval. Efficiëntie boven effectiviteit niet gewenst.
	Kennisbasis <i>Negatief</i>	Kennisbasis is hoog, fouten echter vaak gemaakt, vooral door chaotische werkwijze. Verder uitgangspunten vaak onduidelijk. Standaardisatie ontbreekt.
	Regels <i>Positief</i>	Regels omtrent ontwikkeling duidelijk, mensen houden zich er alleen niet aan.
	Structuur en Orde <i>Negatief</i>	Inzet personeel wisselt veel, duidelijke structuur moeilijk. Vastleggen taakverantwoordelijkheden dus onmogelijk. PE kan complete project soms niet meer overzien. Actielijsten zorgen voor structuur, maar niet gekoppeld aan planning.
	Notatie <i>Negatief</i>	Uitleg bij procesformulieren ontbreekt, toepassing dus soms onduidelijk. Procesdocumentatie op detail ontbreekt. Beheer formulieren niet bestaand: geen functie als gateway. Geen standaardisatie op papier zorgt voor onduidelijkheid.
Bestek	Gedachtenpatronen <i>Neutraal</i>	Doortastendheid onvoldoende, GM heeft zachte opstelling naar externe partijen, dient zich meer op te stellen als de expert.
	Kennisbasis <i>Positief</i>	Lijkt niet veel mis. Wel worden ramingen door één persoon gemaakt, financiële rapportdelen bij ziekte niet mogelijk.
	Regels <i>Positief</i>	Eisen aan bestek vanuit ProRail, zijn duidelijk. Intern geen administratief kader. Interne sjablonen ontwikkelen.
	Structuur <i>Negatief</i>	Controlepunten, gateways, criteria en verantwoordelijkheid daarvoor onduidelijk/niet bestaand. Statuscontrole door management onduidelijk. Uiteenlopende taakverantwoordelijkheden.
	Notatie <i>Neutraal</i>	Zaken als aansprakelijkheid moeten meer vastgelegd worden. Aanwezigheid checklisten onduidelijk. Proces niet vastgelegd.

Detailering	Gedachtenpatronen	Geen creatieve fase: geen relevante gedachtenpatronen
	Kennisbasis	Niet veeleisend: geen relevante kennisbasis
	Regels <i>Positief</i>	Regels voor omgang met tekeningen (stempels en handtekeningen) en protocolformulieren zijn duidelijk
	Structuur <i>Neutraal</i>	Geen gebruik van checklisten, indeling beschikbare tijd door uitvoerder zelf.
	Notatie <i>Positief</i>	Eisen aan tekeningen vastgelegd (ProRail), procesverloop in formulieren vastgelegd.
Indienststelling	Gedachtenpatronen <i>Neutraal</i>	GM bezwijkt soms onder externe druk, dient harder te zijn. Iedereen is zich bewust van belang van goede ontwikkeling.
	Kennisbasis <i>Positief</i>	Kennisbasis is hoog, training vindt plaats.
	Regels <i>Neutraal</i>	Regels zijn duidelijk, wordt echter te makkelijk vanaf geweken. Interne criteria bij review zijn niet gestandaardiseerd.
	Structuur <i>Positief</i>	Structuur en orde zijn duidelijk, iedereen weet wat gedaan moet worden en wie verantwoordelijk is.
	Notatie <i>Positief</i>	Notatie is in orde, gedetailleerde flowcharts, er zijn checklisten en draaiboeken vallen eveneens onder notatie.
Oplevering	Gedachtenpatronen	Geen creatieve fase: geen relevante gedachtenpatronen
	Kennisbasis <i>Positief</i>	Checklist standaardiseert benodigde kennis, kennis benodigd voor oordeel. Status moet niet afhankelijk zijn van één persoon.
	Regels <i>Positief</i>	Geen willekeur, consensus belangrijk: criteria moeten vooraf duidelijk zijn geformuleerd.
	Structuur <i>Neutraal</i>	Er wordt gebruik gemaakt van checklisten. Onduidelijk wie leidinggevende is. Sturing tijdsbesteding te vrijblijvend.
	Notatie <i>Neutraal</i>	Procesdocumentatie onduidelijk over aard aanpassingen aan tekeningen. Rapportage intern niet formeel vastgelegd.

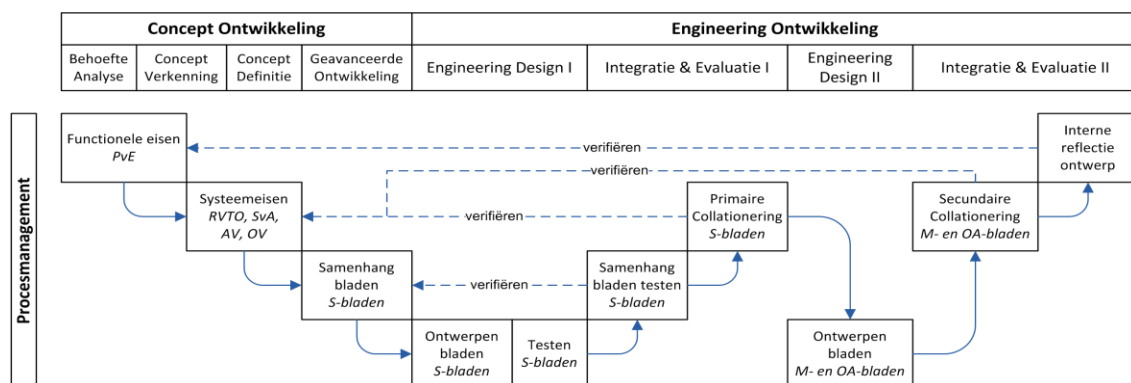
Tabel 3: Samenvatting knelpunten projectomgeving

Analyse		
	Onderdeel	Knelpunten
Kapitaal	Fysiek	- Het kantoor is te klein en daardoor te 'druk' - Thuiswerken heeft het bedrijf liever niet (Sociale) barrières zijn zowel te groot als te klein: druppeltoegang op dezelfde verdieping, weinig ruimte voor in stilte werken. - De wijze waarop het archief geregeld is, is niet optimaal - Organisatie van tekeningen en projectmappen is chaotisch
	Communicatie	Er is geen digitaal forum. Een digitaal forum heeft voordelen voor de processtandaardisering

Personeel	Computer en Netwerk	▪ Gebruik van communicatiemiddelen laat te wensen over ▪ Het lokale netwerk is een wirwar van schijven en mappen zonder intuïtieve structuur ▪ Internet en intranet zijn erg traag ▪ Microstation is erg traag met opslaan en openen door het ontbreken van lokale opslag. Dit hindert de productiviteit ▪ Het is niet voor iedereen duidelijk waar men met ICT gerelateerde problemen heen moet
	Organisatie-structuur	▪ Er is te weinig personeel voor ondersteunende taken ▪ Functieomschrijvingen zijn niet duidelijk of ontbreken: bevoegdheden, verantwoordelijkheden en taken zijn niet afdoende gedefinieerd ▪ Officiële hiërarchische posities komen niet overeen met functievervulling in de praktijk ▪ Verkeerde mensen zijn op verkeerde tijdstip met projecten bezig ▪ Managementtaken zijn soms verspreid over meerdere functies ▪ Personeel voornamelijk ingedeeld naar beschikbare tijd, minder naar kunnen
	Management	▪ Er is weinig feedback van het management bij voorstellen, (concept)documenten en ideeën ▪ Technisch contact tussen management en werkvloer is miniem ▪ Er is weinig coördinatie van werkzaamheden vanuit het management ▪ Het management luistert veel en graag maar is vaak niet in eenzelfde mate daadkrachtig: teveel zaken blijven liggen. ▪ De beschikbare capaciteit, afgelezen aan de status van lopende projecten, is niet te allen tijde duidelijk ▪ Wanneer veranderingen doorgesproken, ontwikkeld en/of geïmplementeerd worden zijn het altijd dezelfde mensen die dat doen ▪ Management heeft geen goed beeld van de eisen van werknemers ▪ Taken worden soms niet goed uitgelegd waardoor de werknemer niet goed weet wat van hem verwacht wordt. ▪ De directie van Rail bepaalt zonder communicatie of en voor welke prijs Grontmij op een project inschrijft ▪ Extern gerichte posities titels een pre, vergroten representativiteit
	Werknemers	▪ Werknemers stellen zelf niet voor over te werken wanneer zij dat nodig achten: signalering ligt bij de PE en de opdracht bij het management. Deze regeling is te star ▪ De opwaartse communicatie over projectstatus kan beter ▪ De norm voor declarabel werkt soms verlamdend: het vermoeden bestaat dat er soms uren worden geschreven die niet gemaakt zijn, om toch aan de norm te kunnen voldoen ▪ Veel personeel staat nog met een been in het 'NS verleden' ▪ Werknemers zijn niet altijd duidelijk over hun wensen
	Inputfactoren	▪ Binnen de afdeling is goed met elkaar omgaan een belangrijke waarde, wat een (direct gerichte) kritische houding ten opzichte van het werk van anderen soms blokkeert ▪ Veel mensen hebben moeite met het toegeven van eigen, maar vooral ook andermans fouten ▪ Het maken van fouten heeft geen duidelijke consequenties, de afdeling heeft eerder het tegenovergestelde van een strafcultuur ▪ Grontmij Maunsell is het beste jongetje van de klas ▪ Soms worden voor dezelfde zaken verschillende begrippen gebruikt ▪ De afdelingen begrijpen elkaar niet goed ▪ De huidige bedrijfscultuur is chaotisch: 'even snel dit, even snel dat'

Aanbeveling Definitief Ontwerp

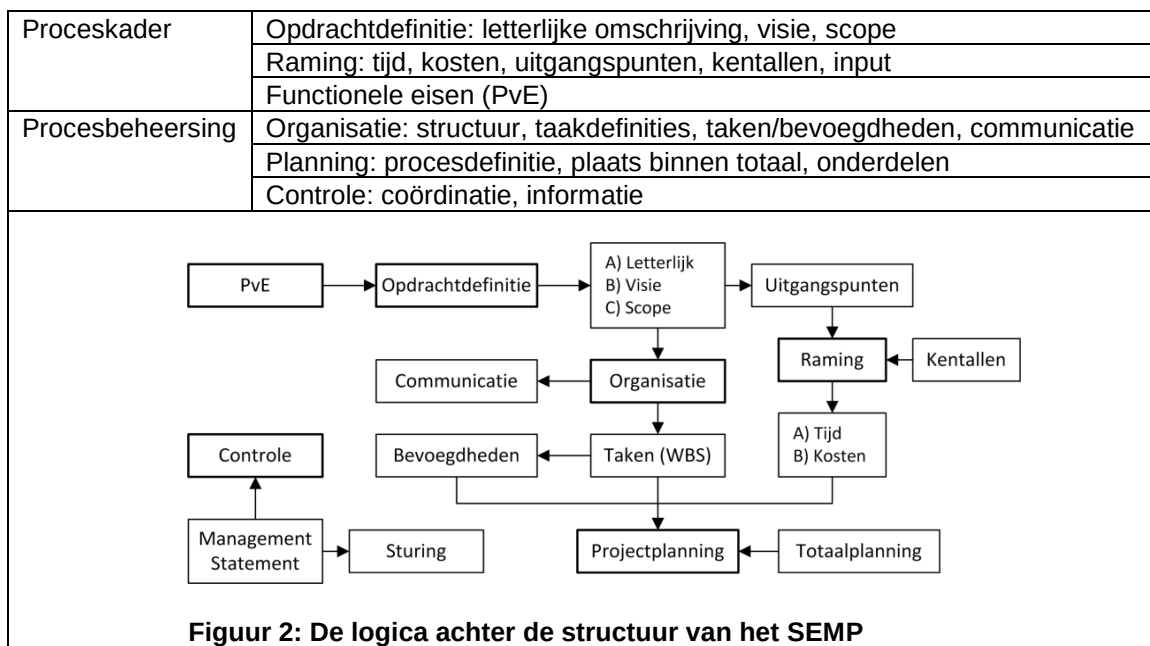
Veranderingen worden voorgesteld in de vorm van het PMTE-paradigma van Martin (1997). Het proces wordt allereerst in de vorm van een op dit onderwerp toegespitste SE LifeCycle gegoten:



Figuur 1: LifeCycle Ontwerpproces DO

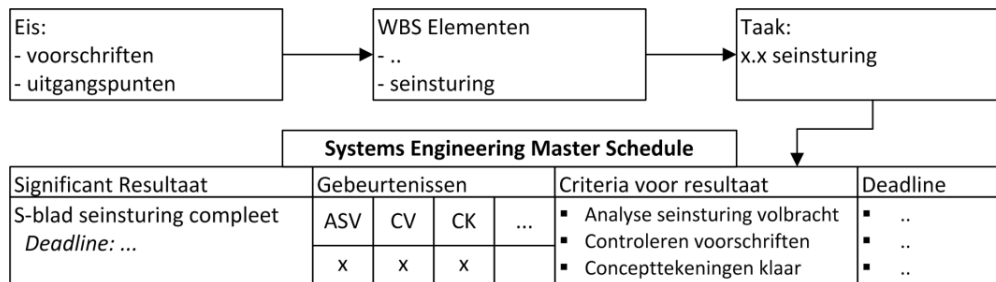
Dit betekent een duidelijke scheiding van de ontwikkeling van S- en OA-bladen. Momenteel worden die nog vaak tegelijkertijd geproduceerd, wat om logische redenen niet gewenst is. Het gebiedt aanbeveling in ieder geval voor bepaalde tijd de productie van ontwerponderdelen zoveel mogelijk te scheiden. Enerzijds om herkomst van fouten te achterhalen, anderzijds om de ontwerper te dwingen (de opbouw van) zijn ontwerp vooraf te visualiseren. Dit verhoogde bewustzijn en vastlegging zorgen voor betere ontwikkeling en extra monitoring mogelijkheden.

METHODEN Voor het methodeniveau is het belangrijk dat zowel procesvorm als -inhoud vastgelegd en bijgewerkt wordt. Dit kan bij uitstek door middel van een standaard SE document: het Systems Engineering Management Plan, kortweg SEMP en een soort van officieel en robuust Plan van Aanpak dat ook gedurende ontwikkeling bijgewerkt wordt. Hierin komen de aspecten Planning, Organisatie, Controle, Sturing en Integratie in terug. De voorgestelde inhoud komt voort uit de documentatie van Martin (1997), maar is om zoveel mogelijk praktisch te blijven en tegelijkertijd invulling te geven aan de knelpunten aangepast en vereenvoudigd:



Verder is het van belang taakgericht te sturen d.m.v. uitgebreide checklisten die op taakniveau aangeven wat gedaan moet worden en wat de succescriteria zijn. Hier is in principe alles van belang in opgenomen, ook beheersmaatregelen. De naam die een dergelijk document draagt is

Systems Engineering Master Schedule (kortweg SEMS), aangevuld met enkele elementen die men terugvindt in de SE Detailed Schedule (SEDS). Het nut hiervan is: (1) Contractuele en/of financiële 'aansporing' om te voldoen aan kwantitatieve criteria, (2) Functie als een procescontroletool om de realisatie van een taak te verzekeren, (3) Project Management voorzien in progressiecriteria, (4) Verminderen van ontwikkelrisico en (5) Bijbrengen van ontwerpdiscipline. Een voorbeeld van een SEMS/SEDS is dan als volgt:



Figuur 3: Voorbeeld van een deel van een SEMS

TOOLS De tools zijn nu meer conceptueel van aard, om de uitvoering van de methoden te ondersteunen. De eerste tool is het gebruik van projectprocesmappen (PP-map), waarin alle procesgerelateerde documenten opgenomen zijn, zoals het SEMP, de SEDS, review- en protocolformulieren en een indexblad waarop versienummering en wijzigingen bijgehouden worden. Gerelateerd aan het knelpunt 'chaos in de ordening' is het dan aan te raden de projectmap en de PP-map standaard kleuren te geven, bijvoorbeeld respectievelijk blauw en rood.

De tweede tool is de inzet van de protocol- en reviewformulieren als gateways. Zij dienen goed beheerd te worden op een centrale plaats, zodat ze de status van een proces op formele wijze kunnen aangeven. Door opname in de PP-map kunnen ze dit doel dienen. Versienummering is hierin cruciaal, zodat direct duidelijk is waar vernieuwingen zitten.

Het blijkt verder dat voorschriften nog te weinig gebruikt worden in het ontwikkelen van een ontwerp. Er zijn lijsten met recente versies van normen en voorschriften, maar het kost de ontwerper te veel tijd om dit steeds zelf op te zoeken. De ontwikkeling van een database waarin op steekwoord gezocht kan worden en een checklist als resultaat geprint zou kunnen worden, zou documentatie van normen voorafgaand aan de ontwerphandeling drastisch vereenvoudigen.

OMGEVING Het is belangrijk dat verantwoordelijkheden en bevoegdheden duidelijk zijn. De taken die uitgevoerd moeten worden zijn vastgelegd in het SEMP en gerelateerd aan de SEMS, terwijl in het SEMP met de planning ook is vastgelegd wie voor welke taak verantwoordelijk is. Algemeen geldt echter de noodzaak voor verduidelijking van de organisatiestructuur van de gehele afdeling: taken vallen veelal tussen mensen in en ad hoc wordt bepaald wie een taak of verantwoordelijkheid op zich neemt. Een directe aanbeveling is dus het ontwikkelen van functienschrijvingen en het aanvullen of wijzigen van de huidige organisatiestructuur.

Een ander omgevingsaspect dat zeer belangrijk is voor een goede uitvoering van het ontwerp-proces is de aanwezigheid van informatie. Dit geldt zowel voor het intranet als voor de fysieke bereikbaarheid en ordening van bijvoorbeeld projectmappen en ontwerpvoorschriften. Er moet een duidelijke ordening komen in de plaatsen waar zaken te vinden zijn, waar een goede documentatie over interne processen bij hoort. Een voor de hand liggende locatie is in de kast bij de ProRail voorschriften. Wanneer er op een bepaald moment een vraag is die niet door deze documentatie beantwoord kan worden, dient hier een opmerking over gemaakt te worden in het digitale kwaliteitsbeheersysteem¹ 'Orka', maar voor de overzichtelijkheid ook aan die interne informatie moet worden toegevoegd. Het management moet hier een actieve rol in spelen, zodat onduidelijkheden snel en effectief kunnen worden opgelost, waarbij het vanzelfsprekend weer van belang is bevoegdheden en verantwoordelijkheden duidelijk vastliggen.

¹ Niet te verwarren met beheerssysteem

Inhoudsopgave

	Voorwoord.....	3
	Management Summary.....	4
	Inhoudsopgave	13
1	Inleiding.....	16
2	Een blik op treinbeveiliging	17
2.1	Seinen en overwegen: beveiliging tegen botsen	17
2.2	Automatische treinbeïnvloeding.....	18
3	Organisatie afdeling beveiliging	19
3.1	Opdrachten en producten	19
3.2	Functies en taken medewerkers	19
3.3	Ontwerpproces afdeling beveiliging	21
3.3.1	RVOI 1: Onderzoek.....	21
3.3.2	RVOI 2: Voorontwerp.....	21
3.3.3	RVOI 3: Definitief ontwerp	22
3.3.4	RVOI 4: Bestek	22
3.3.5	RVOI 5: Prijs- en contractvorming	22
3.3.6	RVOI 6: Detaillering	22
3.3.7	RVOI 7: Realisatiefase.....	22
3.3.8	RVOI 8: Oplevering.....	23
3.3.9	RVOI 9: Onderhouds-/garantietermijn	23
3.4	Toegepaste beheersingsmaatregelen	23
3.4.1	Foutcontrole (collationering en review).....	24
3.4.2	Eisenformulering	24
3.4.3	Reflectie	24
3.4.4	Communicatie (werkoverleg)	25
4	Een blik op Systems Engineering	26
4.1	Waarom SE?.....	27
4.2	Systeemdenken, de grondslag van SE.....	27
4.3	Levensloop, ontwerpactiviteiten en het SE proces	28
4.4	Richting toepassing van SE; het PMTE paradigma.....	30
4.5	SE Management domein	30
4.5.1	De basis: Work Breakdown Structure	31
4.5.2	SE Management Plan; SEMP	32
4.5.2.1	SE Development Environment Plan; SEDE.....	32
4.5.3	SE Management Schedule; SEMS.....	33
4.5.3.1	SE Detailed Schedule; SEDS	33
4.5.4	Verhouding SEMP, SEDE, SEMS en SEDS	33

5	Analysekader en beoordelingscriteria knelpuntenanalyse	34
5.1	Procesfasen en probleemfactoren	34
5.2	Invloed van de projectomgeving	35
5.2.1	Onderdelen van de projectomgeving	36
5.3	Methoden en hun attributen	37
5.3.1	De piramide van methoden	37
5.3.2	Methodecategorieën	38
5.4	Integratie Projectomgeving, Procesfasen, Methodenkader	39
6	Knelpuntenanalyse afdeling beveiliging	41
6.1	Aanwezigheid en volledigheid van methoden	41
6.1.1	Fase0, Acquisitie	42
6.1.1.1	Gedachtepatronen	42
6.1.1.2	Kennisbasis	43
6.1.1.3	Regels	43
6.1.1.4	Structuur en Orde	43
6.1.1.5	Notatie	44
6.1.1.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	44
6.1.2	Fase1, Onderzoek (intern)	44
6.1.2.1	Gedachtepatronen	45
6.1.2.2	Kennisbasis	45
6.1.2.3	Regels	45
6.1.2.4	Structuur en Orde	45
6.1.2.5	Notatie	46
6.1.2.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	46
6.1.3	Fase2a, RVTO	46
6.1.3.1	Gedachtepatronen	47
6.1.3.2	Kennisbasis	47
6.1.3.3	Regels	47
6.1.3.4	Structuur en Orde	48
6.1.3.5	Notatie	48
6.1.3.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	48
6.1.4	Fase2b & 3, Voorbereiding DO en DO	48
6.1.4.1	Gedachtepatronen	49
6.1.4.2	Kennisbasis	50
6.1.4.3	Regels	50
6.1.4.4	Structuur en Orde	50
6.1.4.5	Notatie	50
6.1.4.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	51
6.1.5	Fase4, Bestek	51
6.1.5.1	Gedachtepatronen	52
6.1.5.2	Kennisbasis	52
6.1.5.3	Regels	53
6.1.5.4	Structuur en Orde	53
6.1.5.5	Notatie	53
6.1.5.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	53
6.1.6	Fase6, Detaillering	53
6.1.6.1	Gedachtepatronen	54
6.1.6.2	Kennisbasis	54
6.1.6.3	Regels	54
6.1.6.4	Structuur en Orde	54
6.1.6.5	Notatie	54
6.1.6.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	55
6.1.7	Fase7b, Indienstelling	55
6.1.7.1	Gedachtepatronen	56
6.1.7.2	Kennisbasis	56
6.1.7.3	Regels	56
6.1.7.4	Structuur en Orde	56

6.1.7.5	Notatie	56
6.1.7.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	57
6.1.8	Fase8, Oplevering.....	57
6.1.8.1	Gedachtepatronen	57
6.1.8.2	Kennisbasis.....	57
6.1.8.3	Regels	58
6.1.8.4	Structuur en Orde	58
6.1.8.5	Notatie.....	58
6.1.8.6	Algemene opmerkingen en Conclusie	58
6.2	Knelpunten in de projectomgeving	58
6.2.1	Kapitaal	58
6.2.1.1	Fysiek.....	58
6.2.1.2	Communicatie	59
6.2.1.3	Computer en Netwerk	60
6.2.2	Personeel.....	60
6.2.2.1	Organisatiestructuur.....	61
6.2.2.2	Management	62
6.2.2.3	Werknemers.....	64
6.2.2.4	Inputfactoren	65
7	Ontwerpen, een primair proces.....	68
7.1	Kaderstelling en onderzoeksstrategie.....	68
7.2	De certificering van ProRail	69
7.2.1	Eisen aan personeel	70
8	Totstandkoming van een Definitief Ontwerp.....	71
8.1	Input van de ontwerphandeling.....	71
8.2	Output van de ontwerphandeling	72
8.3	Ontwerphandeling: modificatie tussen input en output.....	73
8.3.1	Van uitgangspunt naar schakeling, het probleem in meer detail.....	74
9	Toepassing van SE binnen het PMTE-paradigma.....	76
9.1	Vertaling van het proces	76
9.2	Vertaalde LifeCycle in beeld	78
9.3	Ontwikkeling van het methodeniveau	78
9.3.1	Beheersen van het DO door middel van het SEMP	79
9.3.2	Rol en vorm van de SEMS en SEDS.....	81
9.4	Tools	82
9.4.1	Informatievoorziening in de PP-map.....	82
9.4.2	Statusformulieren	82
9.4.3	Voorschriften	83
9.5	Omgevingsaspecten	83
9.6	Assessment rapport	84
9.6.1	Assessment Intern	84
9.6.2	Assessment Extern	84
10	Bronnen.....	85
11	Bijlagen	86

1 Inleiding

Momenteel is er in het oosten van ons land een mooi civieltechnisch project gaande dat luistert naar de naam 'Almelo Verdiept'. Zoals de naam al doet vermoeden gaat het hier om het verdiept aanleggen van de spoorverbinding door Almelo, over een lengte van enkele kilometers. Wie tot een paar maanden terug regelmatig gebruik maakte van deze verbinding werd geconfronteerd met busvervoer over een periode die langer was dan ingecalculeerd. Problemen met het beveiligingssysteem droegen daar zorg voor, iets wat het verantwoordelijke bedrijf niet alleen financieel, maar ook imagotechnisch grote schade toe kan brengen. Het is dan ook belangrijk de beheersing van een ontwerpproces goed op orde te hebben, zodat dergelijke problemen tot een absoluut minimum beperkt kunnen worden. Allereerst is het daarvoor natuurlijk noodzakelijk naar boven te krijgen waar de problemen uit voortkomen en van welke aard zij zijn, alvorens gekeken kan worden naar eventuele aanpassingen in het ontwikkelproces.

In dit onderzoek wordt getracht de problemen die Grontmij Maunsell ICS momenteel kent binnen de afdeling beveiliging te benoemen, op een gestructureerde wijze in een knelpuntenanalyse. Dit wordt gedaan door middel van interviews, gesprekken, procesdocumentatie en algemene observaties op de werkvloer. Uiteindelijk worden de resultaten van dat onderzoek verwerkt in een aanbeveling op grond van de theorie over Systems Engineering, waarmee het te verwachten valt dat de processen binnen de afdeling beveiliging van Grontmij Maunsell ICS in Zwolle beter zullen verlopen en minder fouten zullen kennen. Het zal, gezien de aard van Systems Engineering, leiden tot een nadruk op het documenteren van zaken die plaatsvinden vooraf en tijdens de ontwikkeling, zodat er in eerste instantie meer tijd gestoken moet worden in het eigen maken van een nieuwe wijze van werken. Tevens dient nog vermeld te worden dat een oorspronkelijk onderdeel van de opdrachtomschrijving de inpassing van de normen van CENELEC en ISO/NEN was, maar dit bleek vooral tijdtechnisch niet haalbaar.

Allereerst is het goed om te informeren over het kennisterrein waarbinnen deze opdracht plaatsvindt. Daartoe wordt in hoofdstuk 2 allereerst een bespreking van wat treinbeveiliging precies inhoudt gegeven, waarna de huidige organisatiestructuur (hoofdstuk 3) en ontwerpproces (hoofdstuk 4) van de afdeling beschreven worden. Hoofdstuk 5 bevat informatie over de momenteel toegepaste beheersingsmethodes, terwijl hoofdstuk 6 over Systems Engineering gaat en daarmee de basis legt voor de uiteindelijke aanbeveling. Het doel van dit hoofdstuk is ook voor medewerkers die nog niet bekend zijn met Systems Engineering inzichtelijk te maken wat de voordelen zijn en wat het precies inhoudt. Hiermee is het informatieve gedeelte afgesloten.

In hoofdstuk 7 wordt het analysekader bepaald dat gebruikt zal worden om de knelpunten binnen de afdeling te analyseren, de inhoud van hoofdstuk 8. Hoofdstuk 9 vormt vervolgens de conceptuele brug tussen de knelpuntenanalyse en de herziening van het ontwerpproces in de vorm van een kaderstelling en onderzoeksstrategie. In hoofdstuk 10 is een meer gedetailleerde beschrijving gegeven van een van de primaire processen: het definitief ontwerp. Vooral hier worden veel fouten gemaakt en zijn wijzigingen in (de beheersing van) het proces noodzakelijk. In hoofdstuk 11 worden deze wijzigingen besproken en vooral conceptueel duidelijk gemaakt.

2 Een blik op treinbeveiliging

Als allereerste begin voor dit onderzoek is het goed om kort te behandelen wat treinbeveiliging eigenlijk inhoudt. In het kantoor van Grontmij Maunsell ICS te Zwolle bevinden zich naast de afdeling beveiliging, waarvoor dit rapport gemaakt wordt, nog baan/civil en kabels & leidingen. Bij het ontwerp van een nieuwe of gewijzigde spoorweg komen die drie afdelingen kijken, plus de afdeling bovenbouw, die echter niet in Zwolle aanwezig is. Baan doet de harde infrastructuur, seinwezen bepaalt hier de nodige seinen bij en kabels & leidingen de mogelijkheid ze te bedienen. De werkzaamheden van beveiliging bevinden zich dus op een gedetailleerd niveau; concrete invulling van een gemaakt ontwerp en van levensbelang voor de dagelijkse, drukke exploitatie van het spoor. In die zin is beveiliging, naast puur technisch van aard, ook vooral een afweging tussen veiligheid en economisch gewin: de veiligste trein is een stilstaande trein, terwijl de NS het liefst treinen op vijf meter afstand van elkaar zou willen laten rijden. Om de veiligheid te standaardiseren en garanderen heeft ProRail voor vrijwel ieder detail in de beveiliging voorschriften uitgegeven.

2.1 *Seinen en overwegen: beveiliging tegen botsen*

Seinen zijn in wezen verkeerslichten langs het spoor, die aangeven of een trein door kan rijden (groen), af moet remmen (geel) of niet verder mag (rood). Deze seinen kunnen gepaard gaan met een nummer, dat de snelheid aangeeft. Geel 8 bijvoorbeeld betekent “afremmen tot 80 km/u” en Groen 6 dus “doorrijden met 60 km/u”. Een groen sein met een nummer knippert, zodat een constant groen licht (wat normaal gesproken voor de maximale snelheid van 130 km/u staat) met kapotte snelheidsaanduiding niet aangezien wordt voor maximale snelheid. Dit is een goed voorbeeld van een principe wat eigenlijk in de gehele spoorwereld geldt, maar specifiek voor de beveiliging: het moet 100% veilig zijn, zowel in principe als in uitvoering. In werkelijk alle situaties zijn de ontwerpprincipes er verantwoordelijk voor dat falen of niet goed functioneren van onderdelen automatisch een risicovermindering tot gevolg heeft. Een ander voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld treindetectie: het sein staat op groen wanneer er een gesloten stroomkring is tussen twee spoelen van een sectie van een baanvak. Op het moment dat er een trein rijdt, wordt deze stroomkring kortgesloten (omdat de stroom door de trein gaat) en het sein springt op rood. Is op een bepaald moment een onderdeel van de treindetectie kapot, is er geen stroom meer en zal het sein dus op rood staan.

Het nut van deze ‘stoplichten’ is vergelijkbaar met een verkeerslicht voor auto’s: om botsingen tegen te gaan. Wanneer bijvoorbeeld een trein achter een rood sein stilstaat, krijgt het voorliggende sein geel, zodat een opvolgende trein genoeg tijd (afstand) heeft om tot stilstand te komen voordat de trein door het rode sein rijdt en de daar staande trein raakt. De afstand tussen twee seinen wordt een blok genoemd en is afhankelijk van snelheid en type van de maatgevende treinen die gebruik maken van de verbinding. Hierbij is uiteraard de ongunstigste combinatie maatgevend. De te rijden snelheden zijn weer afhankelijk van eigenschappen van het spoor zoals kromming, helling en de aanwezigheid van wissels.

Naast de seinen zijn ook overwegen onderwerp van werkzaamheden van de afdeling beveiliging. Een auto op de rails is voor zowel trein als auto een onprettige ervaring. Slagbomen moeten op tijd dicht, maar dienen ook zo snel mogelijk weer open te gaan zodat het overige verkeer zijn weg kan vervolgen. Detectie van aankomende treinen gebeurt wanneer een trein het zogenaamde aankondigingsgebied (voor zijn richting) binnenrijdt. Lampen gaan aan, geluid begint te

schallen en bomen dalen automatisch. Zodra de trein het aankondigingsgebied weer verlaat gaan de bomen weer open. Tegenwoordig is nog steeds niet iedere overweg voorzien van slagbomen, sommigen hebben zelfs geen waarschuwingslichten (de onbewaakte overweg). Verschillende vormen van overwegen zijn de WILO (WaarschuwingInstallatie Landelijke Overweg), EBO (Elektrisch Bediende Overweg), AKI (Automatische Knipperlicht Installatie), AHOB (Automatische Halve Overweg Bomen) en ADOB (Automatische Dubbele Overweg Bomen). In onderstaande tabel is een kort overzicht weergegeven.

Type	Slagboom	Licht	Geluid	Bijzonderheden
Onbewaakt	Nee	Nee	Nee	Uitstervend
WILO	Nee	Ja	Nee	Vereenvoudigde AKI
EBO	Dubbel	Ja	Ja	Met de hand bediend, nog vier in NL
AKI	Nee	Ja	Ja	Uitstervend
AHOB	Enkel	Ja	Ja	Meest voorkomend
ADOB	Dubbel	Ja	Ja	Maar één in NL

Tabel 4: Soorten overwegen

2.2 Automatische treinbeïnvloeding

Een derde beveiligingstechniek is de ATB: Automatische Trein Beïnvloeding. De eerste generatie van dit systeem werkt door middel van pulsen in het treinsignaleringsrelais, die door de trein opgepikt worden. Met een bepaalde frequentie wordt de ATB (wisselstroom) stroomloop onderbroken, waarbij een lagere frequentie overeenkomt met een hogere toegestane snelheid voor de trein. Ook dit is weer een fail-safe maatregel; een slecht functionerende (mechanische) schakelaar zorgt voor een hogere frequentie door het eigen gewicht, wat een lagere maximale snelheid tot gevolg heeft. Wanneer het ATB signaal niet overeenkomt met de snelheid van de trein wordt de machinist gewaarschuwd. Wanneer hij het signaal niet opvolgt grijpt de trein zelf in en zal deze remmen tot volledige stilstand. Daarna kan de machinist de trein weer bedienen.

De nieuwe generatie (ATB-NG) is in het leven geroepen vanwege een aantal tekortkoming van de ATB-EG: geen automatische remming onder 40 km/u (of anders gezegd: een machinist kan wanneer hij langzaam rijdt gewoon een rood sein passeren) en een beperkt aantal snelheidsaanduidingen. Het ontbreken van automatische remming onder de 40 km/u heeft in de afgelopen jaren al diverse malen de media gehaald door botsingen tussen treinen. Het ATB-NG systeem is in tegenstelling tot ATB-EG een puntsysteem, wat betekent dat de trein op diverse punten informatie ontvangt over de te rijden snelheid, in plaats van de continue signalering van ATB-EG. Het systeem voor ATB-NG zit voor een groot deel in de trein: informatie over de toegestane snelheid wordt in de trein gecombineerd met gegevens over treintype en remvermogen, zodat de trein kan bepalen wanneer een remming ingezet moet worden. Hierdoor is een veel efficiënter gebruik van de rails mogelijk: waar de ATB-EG bij een geel sein al afremt tot de maximale 40 km/u en deze snelheid aanhoudt tot het rode sein (en niet automatisch afremt tot stilstand wanneer het daar aankomt), kan ATB-NG de remming inzetten wanneer het daadwerkelijk nodig is, rekening houdend met de individuele eigenschappen van de trein. Ondanks de voordelen van ATB-NG is ATB van de eerste generatie nog in verre meerderheid op het Nederlandse spoor. Beide systemen kunnen overigens tegelijkertijd aanwezig zijn: er zijn verbindingen in Nederland waar EG en NG naast elkaar gebruikt worden, waaronder een gedeelte van de spoorwegen bij Almelo en Hengelo.

Europees wordt gestreefd naar een systeem dat in alle landen hetzelfde is, aangezien momenteel de ATB overal nog (net iets) anders is. ETCS (European Train Control System) maakt onderdeel uit van ERTMS (European Rail Traffic Management System) en kent verschillende 'levels', waarbij het eerste level zeer sterk lijkt op het Nederlandse ATB-NG systeem en subsequente hogere levels gebruikmaken van GSM signalen. Op de Betuwelijn en de HSL wordt ERTMS level 2 toegepast, wat overigens door de onvolwassenheid van het systeem zorg gedragen heeft voor de vele vertragingen.

3 Organisatie afdeling beveiliging

Om een beter beeld te krijgen van de processen die op de afdeling beveiliging plaatsvinden wordt kort beschreven wat de vorm is van de input en output van de afdeling, worden de verschillende functies en hun bijbehorende taken kort genoemd en wordt een beschrijving gegeven van het ontwerpproces en de stappen die daarin genomen worden. In de laatste paragraaf komt de bijbehorende kwaliteitsbeheersing of procesbeheersing aan bod.

3.1 *Opdrachten en producten*

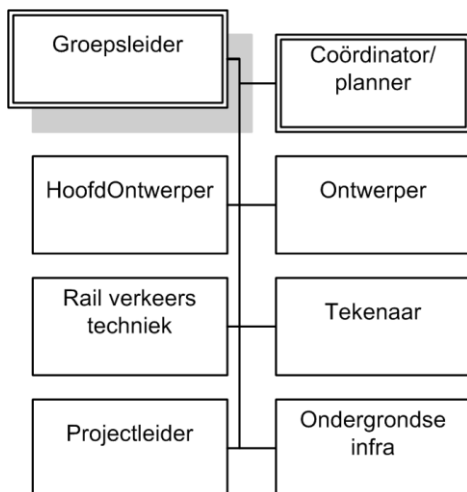
Nu duidelijk is wat beveiliging algemeen gezien inhoudt wordt de aard van de opdrachten die Grontmij Maunsell van (meestal) ProRail krijgt, en de daarbij horende opgeleverde producten de eerstvolgende stap in het verkrijgen van een goed beeld van het werkveld. De groep beveiliging krijgt haar opdrachten zowel direct van ProRail (bijvoorbeeld het in kaart brengen van de aanwezige beveiliging op een emplacement) als via een totale opdracht voor meerdere afdelingen, waarbij de start als het ware bij de afdeling baan/civiel geschiedt. De opdrachten die Grontmij Maunsell als bedrijf krijgt variëren in grootte en fase, maar het bedrijf streeft ernaar vanaf begin van een project aanwezig te zijn en wanneer mogelijk tot aan de laatste stap in het proces, de indienststelling of ontwerpen voor onderhoud/instandhouding.

De onderdelen van opdrachten voor het team beveiliging bestaan uit het doen van (voor)onderzoek naar sporen en beveiliging, het maken van het zogenoemde “Railverkeers-technisch ontwerp” wat bestaat uit tekeningen, randvoorwaarden, uitgangspunten, etc. Vervolgens zijn het maken van een voorontwerp in verschillende groottes afhankelijk van de verstrekte opdracht, het maken van een definitief ontwerp, het maken van bestek(ken) en de indienststelling ((het begeleiden van) testen van aansluitingen en functies) taken die Grontmij uitvoert. Ook voert het bedrijf soms aanbesteding en gunning aan aannemers uit in naam van ProRail.

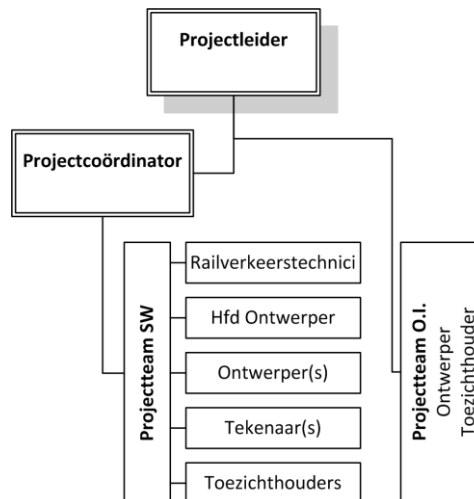
De producten die geleverd worden door de afdeling bestaan voornamelijk uit (overzichts)tekeningen van stroomschema's en seinplaatsing en –functie. Bij het maken van een ontwerp hoort het aanpassen van bestaande of het creëren van nieuwe tekeningen. Bij de indienststelling vindt een drietal tests plaats, die de afdeling zelf uit kan voeren of begeleiden, afhankelijk van de wensen van de opdrachtgever of aannemer. Alle producten worden voorzien van begeleidende documenten.

3.2 *Functies en taken medewerkers*

Grontmij Maunsell is een zeer platte organisatie, waarbij op het kantoor zelf iedereen op gelijke voet met elkaar communiceert. Om een project tot een goed einde te brengen is echter toch een zekere hiërarchie van belang; niet iedereen heeft bijvoorbeeld de bevoegdheid om ontwerpen in een bepaalde fase te controleren en niet iedereen is gekwalificeerd om veldwerk (bijvoorbeeld metingen) te doen. Het is dus zaak inzicht te krijgen wie waarvoor verantwoordelijk is en wie dus een rol speelt in het ontwerpproces. Een enkel persoon vervult veelal meerdere functies, terwijl indeling plaats kan vinden naar de afdeling als geheel of de organisatie van een enkel project. Grontmij Maunsell werkt niet met vaste teams maar met indeling naar taak en tijd, wat ervoor zorgt dat medewerkers bij verschillende projecten betrokken zijn, al naar gelang zij inzetbaar zijn qua functie(ervaring) en tijd. Op de volgende pagina is een grafische weergave opgenomen van de organisatiestructuur van respectievelijk de afdeling als geheel (figuur 4, de zes functies onder groepsleider zijn horizontaal ingedeeld, voor de overzichtelijkheid echter verticaal weergegeven) en de organisatiestructuur van een project (figuur 5).



Figuur 4: Organigram afdeling beveiliging



Figuur 5: Organigram project

Momenteel is de organisatie zo dat de groepsleider de eerste 'baas' is op de afdeling, die de activiteiten overziet die door iedereen uitgevoerd worden. Boven de groepsleider en dus boven de verschillende afdelingen, staat de teamleider. In de nabije toekomst zal Grontmij echter een herstructurering uitvoeren waarbij iedere afdeling onder een aparte teamleider valt, die net als nu boven de groepsleiders komt te staan. Alhoewel de taken in die constructie enige overlapping kennen, zal gezien de grootte van de afdeling de functie van groepsleider naar verwachting blijven bestaan. De huidige groepsleider is overigens degene die de ramingen maakt.

Op papier onder, maar in de praktijk min of meer naast de groepsleider, staat de coördinator/planner. Deze persoon is degene die tussen de groepsleider en de groep inzit qua werkzaamheden. Doordat hij de planning beheert (zowel op personele invulling per dag als projectenplanning over een langere tijd) heeft hij goed inzicht in de mogelijkheden van aansturing van het personeel. Aangezien deze aansturing niet verplicht via de groepsleider hoeft te gaan is hij daarmee de persoon die de coördinatie van de werkzaamheden deels op zich te neemt. De groepsleider heeft officieel echter het laatste woord.

De projectleider is de verbinding tussen de externe (klant) en de interne (medewerkers) processen. Hij is verantwoordelijk voor de sturing van de verschillende processen op het gebied van kwaliteit, financiën en tijd. De projectleider staat in nauw contact met de Project Engineer en overlegt met de persoon die verantwoordelijk is voor de planning.

De projectcoördinator of Project Engineer, is degene die een bepaald project intern leidt. Hij is verantwoordelijk voor de uitvoering van het project en overziet de verschillende activiteiten die moeten gebeuren door de medewerkers die toegewezen zijn door de planner. Hij is de eerste persoon die door de projectleider aangesproken wordt over de voortgang van het project.

De hoofdontwerper is de welbekende 'ervaren rot' in het vak, die ontwerpen controleert en adviseert waar benodigd. Over (ontwerp)technische zaken heeft hij het laatste woord. Het controleren van ontwerpen wordt collationeren genoemd (noot: een oversimplificatie van het begrip, een complete definitie van het begrip volgt in paragraaf 3.4.1), wat een essentieel deel is van de zekerstelling van veiligheid. Een (junior)ontwerper is degene die de ontwerpen maakt of (delen daarvan) voorbereidt. De functiebenamingen dienen relatief gezien te worden: ze zijn afhankelijk van de complexiteit van het project.

Het Railverkeers technisch ontwerp (RVT-O) is de basisdocumentatie voor een project en een concretisering van het Functionele programma van eisen (FPvE), dat wordt opgesteld door de opdrachtgever (ProRail). In het RVTO, dat bestaat uit tekeningen en een begeleidende tekst, zijn onder andere opgenomen: projectomschrijving, uitgangspunten, randvoorwaarden, fase-ring, sein-, wissel- en spoornummering en andere technische aspecten. De overzichten van

huidige baan en/of emplacement en stroomloop- en apparatuurschema's zijn de basis voor dit document. Het RVTO maakt deel uit van het Voorlopig Ontwerp.

Ondergrondse infra gaat ook door het leven onder de naam kabels en leidingen. Zij zijn verantwoordelijk voor de infrastructuur van de beveiliging: kabels, draden en leidingen. Alhoewel dit een aparte afdeling is binnen Grontmij Maunsell, maken zij deel uit van het totale beveiligings-systeem en zijn zodoende in het overzicht opgenomen.

Verder zijn de tekenaars een zeer belangrijk deel van de afdeling of het projectteam. Zij passen bestaande tekeningen aan of creëren nieuwe, naar aanleiding van informatie uit veldwerk of ontwerpen vanuit het ontwerpproces. Wanneer een tekening niet correct is kan dat, bij het niet opmerken van deze fouten, verstrekende gevolgen hebben.

Tot slot staan ook toezichthouders in het project-organigram. Deze mensen werken min of meer in opdracht van de opdrachtgever en controleren bij het uitvoeren van het werk of alles wel volgens plan verloopt: of de aannemer een kabel die ontworpen is om op een meter uit het spoor te liggen ook daadwerkelijk daar legt, maar ook om bij te houden of de uitvoering op schema ligt. Deze functie staat los van het ontwerpproces, maar is in de kwaliteitsbewaking door opdrachtgever en/of ingenieursbureau een belangrijke taak.

3.3 *Ontwerpproces afdeling beveiliging*

Nu de organisatie en de functies duidelijk zijn moet gekeken worden naar de indeling van het ontwerpproces. Grontmij Maunsell ICS maakt zoals gebruikelijk is voor ingenieursbureaus in deze branche, gebruik van de RVOI fasering van KIVI/NIRIA. De afkorting RVOI staat voor "Regeling van de Verhouding tussen Opdrachtgever en adviserend Ingenieursbureau" en heeft als doel, zoals de KIVI/NIRIA dit op haar website beschrijft, dat "de opdrachtgever weten wil waar hij aan toe is". De RVOI bestaat uit een negental fases bij een compleet ontwerp, maar een opdracht kan ook (een deel van) een enkele fase betreffen.

De RVOI onderscheidt de volgende fasen:

- RVOI 1 Onderzoek
- RVOI 2 Voorontwerp
- RVOI 3 Definitief ontwerp
- RVOI 4 Bestek
- RVOI 5 Prijs- en contractvorming
- RVOI 6 Detaillering
- RVOI 7 Realisatiefase
- RVOI 8 Oplevering
- RVOI 9 Onderhouds-/garantietermijn

Alhoewel het ontwerpproces van Grontmij Maunsell volgens deze specificatie plaatsvindt, gaat het te ver de precieze implicaties van het systeem voor een ontwerpproces in het algemeen te beschrijven. De inhoud van het nu volgende blijft dan ook bij een beschrijving van de aspecten die komen kijken bij een ontwerp zoals dat door de afdeling beveiliging gemaakt wordt. Een gedetailleerdere grafische weergave van het ontwerpproces is opgenomen in Bijlage B.

3.3.1 RVOI 1: Onderzoek

Aan fase één van het ontwerpproces is gunning van de opdracht vooraf gegaan. Deze zogenaamde acquisitiefase wordt in het verloop van dit rapport benoemd als fase 0 van het ontwerpproces. Het is daarbij noodzakelijk om te vermelden dat de acquisitiefase geen deel uitmaakt van de RVOI indeling. Grontmij Maunsell (in de vorm van de directie) dient een offerte in voor een bepaald project, dat wel of niet leidt tot gunning. Vervolgens kan begonnen worden met het onderzoek, dat voornamelijk bestaat uit de probleemanalyse en programma van eisen. Daarnaast worden interne capaciteit en een indicatie van de kosten bepaald.

3.3.2 RVOI 2: Voorontwerp

Het voorontwerp is de volgende fase, waarvan de vorm afhankelijk is van de opdracht. Vaak wordt aangegeven welke delen de opdrachtgever graag wil zien, die dan vervolgens uitgevoerd

worden. Het voorontwerp is daarmee een vrij ambigue term, maar in complete vorm bestaat deze fase uit het vastleggen van de randvoorwaarden en alternatievengeneratie, waarna het RVTO ontwikkeld wordt wat eerst intern gecontroleerd wordt en bij goedkeuring daarna nog door de opdrachtgever. Vervolgens vindt de voorbereiding op het definitief ontwerp plaats: layout van baan- en emplacement en overzichten retourverbindingen. Ook materiaalgebruik en –kosten wordt in deze fase voorlopig bepaald.

3.3.3 RVOI 3: Definitief ontwerp

Het definitief ontwerp is een cruciale fase in het proces. Twee van de drie belangrijkste controlemaatregelen om de correctheid en daarmee veiligheid van het ontwerp te garanderen vinden plaats in deze fase. Definitief worden nu de stroomloopschema's, apparatuurschema's (waar en hoe de kabels in een relaiskast aangesloten zitten) en overzichten van beveiligingskabels. Deze ontwerpen worden door de tekenaar getekend, waarna een controle (de zogenaamde 1op1 collationering, zie ook paragraaf 3.4.1) van de tekening plaatsvindt om ervoor te zorgen dat deze overeenkomt met het gemaakte ontwerp. Het resultaat wordt vervolgens eerst primair gecollationeerd, wat zoveel wil zeggen als dat een senior (ervaren) ontwerper naar de ontwerpen kijkt en deze naloopt op fouten, onjuistheden of onachtzaamheid, maar bovenal toetst aan de voorschriften. De primaire coll betreft dus de controle op veiligheid. Wat collationeren echter onderscheidt van gewoon controleren is dat de naam van de medewerker die de taak volbrengt aan het document verbonden wordt. Het gevolg is een juridische aansprakelijkheid wanneer er iets fout gaat. Na het primair collationeren vindt de secundaire coll plaats, die veelal door een minder ervaren medewerker gedaan kan worden. Bij deze coll wordt gekeken naar de beschikbaarheid: de mogelijkheid voor een systeem om zijn functie te vervullen. Denk hier bijvoorbeeld aan de juiste kabels voor een bepaalde schakeling en of er niet drie aansluitingen op een relaiscontact aangesloten zijn waar er maar twee mogelijk zijn. Wanneer de beide colls positief zijn worden zaken als materiaal en TVP (Treinvrije periode) en TSB (tijdelijke snelheidsbeperking) bepaald, evenals een kostenraming. Soms wordt ook de zogenoemde Post 21 ontworpen: de bediening door een van de treindienstleidingscentra in Nederland.

3.3.4 RVOI 4: Bestek

De bestekfase is de fase waarin het ontwerp wordt voorbereid voor aanbesteding aan aannemers. Het omvat een kosten- en werkcalculatie, administratief kader en werkschrijvingen. Wanneer hiertoe opdracht gegeven is kan hier ook een uitvoeringsplan aan toegevoegd worden, maar meestal wordt dit gemaakt door de aannemer (in het kader van "schoenmaker blijf bij je leest"). Het administratief kader bestaat uit voorwaarden, van toepassing zijnde regelgeving en andere afspraken, waaronder de TVP en TSB. Afspraken hebben onder andere betrekking op verantwoordelijkheden bij de totstandkoming van het project, zoals aansprakelijkheid.

3.3.5 RVOI 5: Prijs- en contractvorming

Ook wel "aanbesteding en gunning" genoemd, is deze fase een typische voor op het bord van de projectleider. Het omvat zaken als de selectieprocedure, inschrijving, aanwijzing, aanbesteding en gunning, gericht op de aannemer. Kortom; het leeuwendeel van de administratieve taken behorende tot het ontwerpproces. Deze fase wordt in naam van de opdrachtgever uitgevoerd, wat meestal ProRail betekent.

3.3.6 RVOI 6: Detaillering

In de detailleringsfase worden de zogenaamde werkbladen gemaakt: bladen die aangeven waar de wijzigingen komen. Het zou voor een aannemer ondoenlijk zijn om te moeten zoeken naar veranderingen op de nieuwe tekening door te vergelijken met de oude. In plaats daarvan zal hij de werkbladen gebruiken om snel te kunnen zien wat de wijzigingen zijn; het gevolg is dat er bij wijze van spreken een verwarmingsmonteur ingezet zou kunnen worden die geen flauw benul van spoorbeveiliging heeft. De werkbladen worden na productie gecollationeerd.

3.3.7 RVOI 7: Realisatiefase

De realisatiefase bestaat uit de directievoering (projectmanagement) en de daadwerkelijke indienststelling. De directievoering bestaat uit de coördinatie van werkzaamheden, het bijhouden van voortgangsrapportages en het vergaderen met opdrachtgever, aannemer en eventuele andere partijen. De technische zijde van de indienststelling bestaat voornamelijk uit voorbereiden

en testen. In eerste instantie legt de aannemer het ontwerp volgens bestek en detaillering aan, maar zonder dat de bestaande installatie, als deze er is, gewijzigd of gehinderd wordt. Aan alle draden in de relaiskast zitten labels, die aangeven waar ze bij horen en waar ze moeten zitten in de kast en welke komen te vervallen. Iemand van Grontmij voert na deze werkzaamheden de zogenaamde beltest uit, waarbij het 'bellen' letterlijk genomen wordt: alle kabels worden door middel van een bel getest op juistheid. Wanneer het juiste relais op de juiste manier aangesloten is zal het belletje rinkelen.

De beltest is essentieel voor de oplevering van een ontwerp; wanneer de beltest niet goed uitgevoerd wordt en er zitten fouten in de constructie (of anders gezegd: de uitvoering komt niet overeen met de tekening) leidt dit tot zeer vervelende problemen bij de ingebruikname. Nadat de beltest afgenomen is, zal het ombouwen zelf gebeuren op een moment dat de treindienst plat ligt, meestal in de nacht. Dit ombouwen geschiedt door een aantal monteurs die slechts de labels volgen die bij de beltest gehangen en gecontroleerd zijn. In een sneltreinvlaart worden draden weggehaald of bij gestoken, nieuwe apparatuur geplaatst of weggehaald, alles volgens de instructies die na de beltest achtergelaten zijn. Wanneer deze taak volbracht is wordt begonnen met het gangbaarmaken, waarbij gekeken wordt of alle apparatuur in de juiste positie staat om te beginnen met de functietest. Vooraf is een functietestdraaiboek geschreven door de Project Engineer, wat gevolgd wordt om een denkbeeldige trein over het spoor te laten rijden. Het correct werken van seinen, overwegen, ATB of andere apparatuur wordt op deze wijze getest. Wanneer iets niet functioneert zoals dat zou moeten kan er in deze fase veel tijd verloren gaan aan het vinden van het mankement. Een beltest kan helpen deze situatie te voorkomen. Als de functietest slaagt volgt oplevering van het project en kunnen treinen weer gaan rijden. Wanneer de functietest uitloopt heeft dit grote financiële gevolgen voor het Ingenieursbureau: per vijf minuten vertraging kost het duizenden euro's aan boete, te voldoen aan NS, omdat de dienstregeling later start en treinen vertraging oplopen.

3.3.8 RVOI 8: Oplevering

De oplevering is de afsluiting van de ontwikkelfase, waarin gemaakte wijzigingen aan tekeningen officieel worden, de tekeningen van het betreffende gebied een hogere versieletter krijgen en teruggegeven worden aan de opdrachtgever of een andere instantie die de tekeningen beheert of in zijn eigendom heeft. Aan het begin van het project stonden namelijk de tekeningen van de situatie zoals die was voor het project. Alle wijzigingen die op deze tekeningen aangebracht zijn, worden dus pas officieel na oplevering van het betreffende project.

3.3.9 RVOI 9: Onderhouds-/garantietermijn

Onderhouds- en garantietermijn zijn in principe geen werkzaamheden waar Grontmij zich mee bezig houdt, zodat in Bijlage B deze fase in het proces ook grijs is weergegeven. Onder deze fase vallen echter ook inspectie- en toezichtwerkzaamheden, die uiteraard wel door Grontmij Maunsell uitgevoerd kunnen worden. Het kan natuurlijk zo zijn dat de opdrachtgever graag wil dat de installatie na ingebruikname nog eens gecontroleerd wordt op goed functioneren en eventuele reparaties onder supervisie van Grontmij Maunsell worden uitgevoerd. Daarnaast kan geadviseerd worden over toekomstig onderhoud.

3.4 Toegepaste beheersingsmaatregelen

Uit de interviews zijn maatregelen naar voren gekomen die de afdeling beveiliging hanteert om de kwaliteit te bewaken. Kwaliteit is in principe voornamelijk gericht op het opsporen en recht zetten van fouten (afwijking van de wensen van de opdrachtgever), terwijl ook de requirements nader onderzocht worden door communicatie met de opdrachtgever in de onderzoeks- en RV-TO fase. Ook is er in de acquisitiefase een enkele review beschreven, die gemaakte fouten dient op te sporen en uit te sluiten voor de toekomst. Een derde vorm van kwaliteitsverbetering is de toepassing van reflectie op de eigen werkzaamheden door te overleggen met collega's om ideeën uit te wisselen en elkaar te assisteren in de generatie en productie van een ontwerp. Ook een vorm van procesbeheersing tenslotte is het wekelijkse werkoverleg, waarin de status van de projecten besproken wordt. De toegepaste beheersingsprocessen zijn dus Foutcontrole (collationering en review), Eisenformulering, Reflectie en Communicatie.

3.4.1 Foutcontrole (collationering en review)

Foutcontrole is de voornaamste wijze voor de afdeling beveiliging om de kwaliteit van de producten te waarborgen. Fouten kunnen in deze context technische, veiligheids- of tekenfouten zijn. De controle bestaat uit een proces dat 'collationeren' genoemd wordt. Hiervan komen in de procesdocumentatie een drietal vormen voor: 1-op-1 collationeren, primair collationeren en secundair collationeren. Om aan te geven dat deze foutcontrole meer en anders is dan het controleren van ontwerpen, wordt de term collationeren gebruikt. Het is een taak die niet licht genomen wordt: het gaat gepaard met het zetten van een handtekening door de verantwoordelijke functionaris. Gevolg is een juridische verantwoordelijkheid voor de juistheid (en daarmee de gevolgen) van het resultaat. Van Dale geeft als definitie:

col·la·ti·o·ne·ren

(1) *(een afschrift) vergelijken met de oorspronkelijke tekst*

(2) *(een boek) na het binden controleren op ontbrekende pagina's.*

In het geval van tekenfouten zal 'oorspronkelijke tekst' hierbij op aangepaste tekeningen van ontwerpen slaan. Een ontwerp wordt gemaakt op een bestaande tekening, waar met de hand veranderingen op aangebracht worden; deze tekeningen worden vervolgens gedigitaliseerd door een tekenaar. Natuurlijk moet gecontroleerd worden of deze tekening gelijk is aan het gemaakte ontwerp, waar een 1op1 coll dienst voor doet. Wanneer het om veiligheidsfouten gaat zal 'oorspronkelijke tekst' slaan op geldende veiligheidsvoorschriften, waar een tekening mee vergeleken wordt in de primaire collationering. Technische fouten (drie aansluitingen op een clip die er slechts twee kan hebben) komen naar voren in de secundaire collationering. Uiteraard zal ook gekeken worden naar ontwerplogica, voornamelijk in de secundaire collationering.

De collationeringen zijn in principe (kwaliteits)gateways voor toegang tot een volgende fase: wanneer een ontwerp (nog) niet gecollationeerd is, mag het nooit naar een volgende fase doorgegeven worden. Dit geldt ook voor tekeningen/ontwerpen die afgekeurd zijn en gewijzigd. Deze dienen wederom volledig gecollationeerd te worden.

De status van een bepaalde tekening (en daarmee het ontwerp) is af te lezen aan het protocol: na iedere collationering wordt een protocol(formulier) ingevuld met daarin omschreven de ondernomen actie, de te nemen stappen en daarmee de status van de tekening. Deze protocollen worden bij de projectdocumentatie bewaard. Dit protocolformulier is toegevoegd in Bijlage D. Er is geen centrale administratie van de protocolformulieren.

De review vindt volgens het ontwerpproces plaats wanneer een opdracht niet gegund wordt: er wordt bekeken wat er mis ging bij de aanbesteding, of er fouten in de offerte zaten en eventuele andere zaken die de uitkomst beïnvloed hebben. In gesprekken met medewerkers is echter gebleken dat de review in de procesdocumentatie niet overeenkomt met de huidige toegepaste review: deze vindt in principe bij iedere controle plaats die geen collationering is. Dit gaat dan bijvoorbeeld over het controleren van de draaiboeken die bij de ingebruikname gemaakt worden. Deze boeken worden niet gecollationeerd, maar wel gecontroleerd. Er zijn algemene formulieren waarop de review genoteerd wordt.

3.4.2 Eisenformulering

Bij het maken van het Railverkeerstechnisch ontwerp is het Functioneel Programma van Eisen vaak nog niet geheel definitief, alhoewel dat wel het geval zou moeten zijn. Logischerwijs hebben ontwerpkeuzes invloed op afweging van eisen, zodat een RVTO nooit kan ontstaan zonder ruggespraak met de opdrachtgever. De terugkoppeling vindt op twee wijzen plaats: zowel formeel als informeel. Informeel wordt ruggespraak gehouden met de opdrachtgever, zodat tijdens de ontwikkeling al verklaring verkregen kan worden over eventuele onduidelijkheden in de formulering van het Functioneel Programma van Eisen. Formeel wordt het RVTO getoetst bij ProRail. Het gebeurt daarbij zelden dat een ontwerp in een keer goedgekeurd wordt.

3.4.3 Reflectie

De afdeling beveiliging probeert reflectie op eigen en andermans werk te bevorderen. Dit houdt in dat medewerkers bij voorkeur bij alle fasen van het ontwerpen in gesprek gaan met collega's,

om zodoende een completer beeld te krijgen van het totale probleemveld. Andere mensen hebben soms andere manieren om tegen een probleem aan te kijken, zodat het waardevol is om in het creatieve proces van gedachte te wisselen met elkaar. Deze reflectie vindt echter niet altijd plaats, omdat deze niet in procedures staat en eerder de vorm van aanbeveling dan plicht heeft.

3.4.4 Communicatie (werkoverleg)

Werkoverleg is een vorm van communicatie: iedere week vindt werkoverleg plaats over de projecten die op dat moment lopen. Hierbij zijn teamleider, groepsleider, projectleider en projectcoördinator (Project Engineer) aanwezig. Er wordt de status van de projecten besproken, wat de te nemen stappen zijn en alle verdere relevante informatie. Het is tevens het moment voor het management om bij te sturen waar nodig, zodat dit beheersproces ook controle en directie omvat, terwijl werkoverleg slechts een klein deel van het totale proces 'communicatie' is.

4 Een blik op Systems Engineering

“Systems engineering is about creating effective solutions to problems, and managing the technical complexity of the resulting developments. At the outset, it is a creative activity, defining the requirements and the product to be built. Then the emphasis switches again, to integration and verification, before delivering the system to the customer.” (Stevens et al., 1998)

Het idee van een systeem in de context van Systems Engineering (hierna: SE) is de mogelijkheid het te ontleden. Non-summativiteit is daarbij een beginsel: het geheel is meer dan de som der delen. Uiteindelijk gaat het erom het ontwerp van een complex en/of multidisciplinair systeem inzichtelijk te maken door het allereerst goed te definiëren, waarna door middel van decompositie-, integratie- en verificatieslagen op een steeds gedetailleerder niveau gewerkt wordt aan de voltooiing van het (complexe) ontwerp, met als doel een optimale balans van alle systeemelementen. Belangrijk is daarbij dat deze decompositie juist voortkomt uit het holistische karakter van SE: het is essentieel om eerst op het hoogste niveau een goed beeld te hebben van waar het eigenlijk om gaat. Op die manier is er altijd overzicht over de afzonderlijke en onvermijdelijke decomposities. Het per niveau bovenliggende ‘beeld’ van de situatie geldt namelijk voor iedere ontledingsstap. Op die manier blijft de terugkoppeling naar de eisen op dat niveau zorg dragen voor een consistent geheel. Een belangrijk kenmerk van SE is dan ook de nadruk op de definitiefase: het inzichtelijk krijgen van gebruikerseisen, de daaruit voortvloeiende systeem-eisen en het architecturale ontwerp, wat in feite gezien kan worden als een soort voorontwerp. Volgens Martin (1997) bestaat SE uit een drietal elementen, waarbij de eerste voor deze opdracht de voornaamste rol speelt:

- a. *SE Management*: plant, organiseert, controleert en beheerst de technologische ontwikkeling van een systeem of zijn product.
- b. *Requirements and Architecture Definition*: definieert de technische eisen gebaseerd op de stakeholder eisen, definieert een structuur of een raamwerk voor de systeemcomponenten en wijst deze eisen toe aan componenten van dit raamwerk.
- c. *System Integration and Verification*: integreert de componenten van het raamwerk op ieder niveau ervan en verifieert dat de eisen aan de componenten vervuld worden.

De nadruk die Systems Engineering legt op het ‘front-end’ van het project komt eigenlijk neer op het welbekende gezegde “een goed begin vormt het halve werk”: de tijd (en daarmee kosten) die in het begin extra genomen wordt om het probleem goed inzichtelijk te krijgen, wordt uiteindelijk teruggewonnen in de latere fasen van het ontwerpproces. Ook is, door de gedegen voorbereiding, de kwaliteit van het eindproduct in de regel hoog, doordat het niet alleen op een optimale wijze ontworpen is (zowel qua processtructuur als qua management), maar ook doordat het product door de intensieve ‘voorkant’, uiteindelijk beter aansluit bij de wensen van de opdrachtgever. Door het vastleggen van alle relevante aspecten van het project in formele documenten op het gebied van definities en beheersing, ontstaat in zekere zin wel een bureaucratische overhead, die echter uiteindelijk bijvoorbeeld gebruikt kan worden om zowel intern als extern aan te tonen dat het ontwerpproces goed beheerst is en de kwaliteit, gezien als in hoeverre het resultaat overeenkomt met de wensen, hoog is. Het beheersen van risico (kans op het leveren van een product van slechte kwaliteit) is dan ook een van de primaire taken binnen SE.

4.1 **Waarom SE?**

“Begrijp de vraag alvorens het antwoord te ontwerpen”

Dat de nadruk in het ontwikkelproces meer naar voren komt te liggen en de overhead op een project daarmee in eerste instantie toeneemt, kan soms wat onnatuurlijk aandoen aangezien er bij het extra werk niet direct aanwijsbare resultaten uitkomen. Dit kan als een nadeel gezien worden. Toch zal netto genomen het resultaat verbeteren: in de literatuur (Martin, 1997; Honour, 2004) worden besparingen genoemd van 40%-60% op ontwikkeltijden en 30%-40% op productiekosten. Nu zal niet ieder project gebaat zijn bij SE: een eenvoudig en overzichtelijk product zal ook via traditionele wegen ontwikkeld kunnen worden. Het daarop toepassen van een arsenaal aan SE methoden is in dat geval de spreekwoordelijke olifant voor mugbestrijding inzetten. De vraag is dan ook hoeveel budget en tijd in te ruimen voor allerlei SE processen en methodes en welke specifieke voordelen daarbij verkregen kunnen worden. Voor de instantie die SE wil toepassen op een project is het dus zaak een sjabloon te maken dat naar gelang de eisen van het project aangepast kan worden. Dit proces wordt ‘tailoring’ genoemd.

Een vereiste voor het succesvol toepassen van Systems Engineering is echter wel een solide basis vanuit de omgeving van het proces: de mensen die ermee werken moeten goed geïnstrueerd zijn en de achterliggende gedachten begrijpen. Het is dus van essentieel belang dat ‘alle neuzen dezelfde kant op wijzen’, doordat iedereen eenzelfde denkwijze hanteert. Voor een Projectleider, -coördinator of Teamleider dus een belangrijk gegeven om in de gaten te houden. Wanneer er geen begrip is voor de toepassing van SE, bijvoorbeeld door het ontbreken van voldoende kennis over nut en noodzaak, zal het moeilijker zijn om de nadruk op de voorkant van het proces en daarmee de ‘bureaucratische overhead’ in de juiste context te plaatsen. Dit zal zijn weerslag hebben op de verwachte besparingen.

4.2 **Systeemdenken, de grondslag van SE**

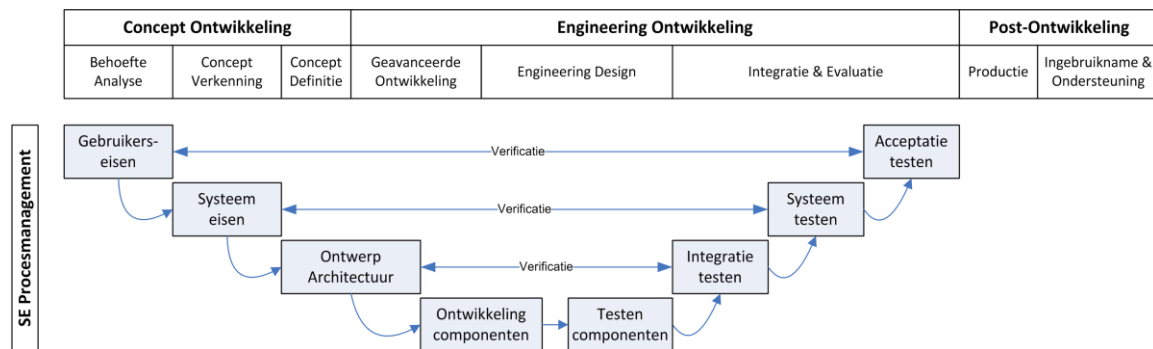
“Systeem: set van geïntegreerde eindproducten en de elementen waardoor ze mogelijk gemaakt worden.” (Martin, 1997)

Tot nu toe is er niet expliciet ingegaan op de naamgeving ‘Systems Engineering’. Het woord ‘Systems’ kan gezien worden als het systeem dat ontworpen wordt, maar kan eveneens slaan op de wijze waarop dat systeem ontworpen wordt. Het gaat daarbij om het denken in systemen en hun subsystemen. Een ‘System Building Block’ bestaat uit een systeem, welke op een lager niveau bestaat uit een of meerdere eindproducten met daarbij behorende ondersteunende producten en diensten. Een niveau daar weer onder bevinden zich de subsystemen, die op hun beurt weer verder onderverdeeld kunnen worden. Een systeem is dus tegelijkertijd evenwel een systeem als een subsysteem. Er wordt hier ook wel gesproken van development levels: ieder System Building Block (systeem, eindproduct en ondersteuning en subsystemen) vormt een development level. Het onderverdelen van een systeem in modulaire systeemblokken wordt *Functionele Allocatie* genoemd.

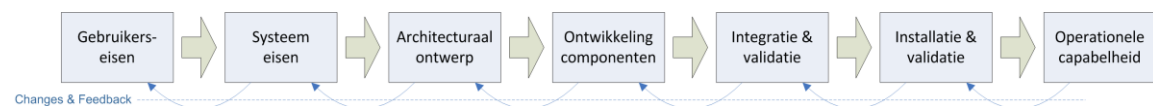
Een voorbeeld: een woonwijk is een systeem dat bestaat uit woningen, straten, parkeerplaatsen, tuinen en andere voorzieningen. Dit zijn de eindproducten van het systeem ‘woonwijk’. De ondersteunende ‘producten’ hierbij zijn bijvoorbeeld de tekenaars die de woonwijk tekenen, de projectmanager die voor de financiën zorgt, enzovoort. Die elementen samen vormen een development level. Pikken we hier een van de subsystemen uit, woningen bijvoorbeeld, dan is dit zowel een subsysteem van de woonwijk als een op zichzelf staand systeem dat weer bestaat uit eindproducten (woonkamer, badkamer, slaapkamer), ondersteunende producten of diensten (makelaar, aannemer, architect) en de bijbehorende subsystemen (muren, ramen, deuren). Ook dit is weer een development level. Niet alles is echter op een bepaald niveau te vatten. Het verwarmingssysteem (de naam zegt het al) is een systeem dat onder het systeem woning valt, samen met de kamers. Tegen deze zienswijze in staat echter weer het gegeven dat de ketel en alle leidingen en radiatoren samenkomen in ‘verwarmingssysteem’, dat een niveau boven het eindproduct ‘kamers’ ligt, maar tegelijkertijd ook weer gezien kan worden als een ondersteunend product voor diezelfde kamers. Dit voorbeeld illustreert dat het denken in systemen niet altijd even rechtlijnig is en enige creatieve inpassing vereist.

4.3 Levensloop, ontwerpactiviteiten en het SE proces

Alhoewel niet ieder project dat via de theorie van Systems Engineering uitgevoerd wordt alle fasen van een levensloop hoeft te omvatten, is het in beeld brengen van het complete proces een eerste stap om structuur aan te brengen in het zeer abstracte concept van SE. Wat dit echter moeilijk maakt is dat in de literatuur meerdere opvattingen van 'de' levensloop voorkomen, hoewel de achterliggende gedachte van deze verschillende vormen in principe gelijk is. De voorkeur ligt bij het V-model, dat overzichtelijk is en duidelijk gestructureerd. Het V-model zoals Stevens (1998) dat weergeeft, is voor de inzichtelijkheid in de systematiek aangevuld met de levensloopelementen zoals Kossiakoff & Sweet (2003) deze omschrijven. Combinatie (naar eigen inzicht) geeft een gestructureerd beeld van de fasering van de SE Life-Cycle. Deze is opgenomen in Figuur 7. In Figuur 8 is ter vergelijking een traditionele ontwerpcyclus toegevoegd.



Figuur 6: Systems Engineering Life-Cycle (Stevens, 1998; Kossiakoff & Sweet, 2003)



Figuur 7: Traditionele sequentiële levensloop

In het V-model definieert de linkerzijde wat ontwikkeld moet worden, terwijl de rechterzijde de componenten integreert. Langs de zijde van het model lopen de procesmanagementactiviteiten, die sturing geven aan het proces. Procesmanagement vindt echter niet alleen tijdens het uitvoeren plaats. Vooral ook vooraf speelt het een rol, wanneer de indeling van het ontwikkelproces gedefinieerd wordt, zaken als planning, inzet van methodes en tools, ondersteuning van de omgeving, enzovoort. Deze bezigheden dragen zorg voor de inrichting van het ontwikkelproces. De overgangen tussen (sub)fasen worden vaak gevormd door zogenaamde *gateways*, of anders gezegd, formele documenten die doorgang naar een volgende fase 'controleren'. Op die manier kan zeker gesteld worden dat een fase die afgerond moet zijn voor aanvang van een volgende ook daadwerkelijk afgesloten is.

Wat is nu de relatie tussen het begrip levensloop (of Life-Cycle) en het SE Proces? INCOSE (SE Handbook, juli 2000) verdeelt het SE proces in meerdere contexten en niveaus. De levensloop is daarbij het hoogste niveau en bestaat elementair uit drie fasen: definitie, ontwikkeling en productie. In termen van het V model bevindt de definitie zich op de linkervleugel, is ontwikkeling voornamelijk de onderkant van de V en vormt productie de rechtervleugel. Hier kan ondersteuning en onderhoud nog als extra fase aan toegevoegd worden, naar het V model van de FHA (SE Guidebook, 2001). De abstractieniveaus die door INCOSE onderscheiden worden zijn 'Levensloop', 'Program Activity', 'SE Process' en 'Engineering Specialty Area'. Het tweede niveau, waarbij 'Program' vertaald wordt als Programma, is het ontwerpen van een product. Het zijn de activiteiten die voldaan moeten worden om de levensloop in te vullen. Een niveau lager ligt het Systems Engineering proces, wat voornamelijk bestaat uit gebruikerseisen, systeem-eisen en het systeemontwerp. Het is als het ware de wijze om het hoger liggende niveau in te vullen. Het laagste niveau ten slotte bestaat uit de Ontwerpspecialiteiten, die invulling geven aan het daadwerkelijke ontwerp.

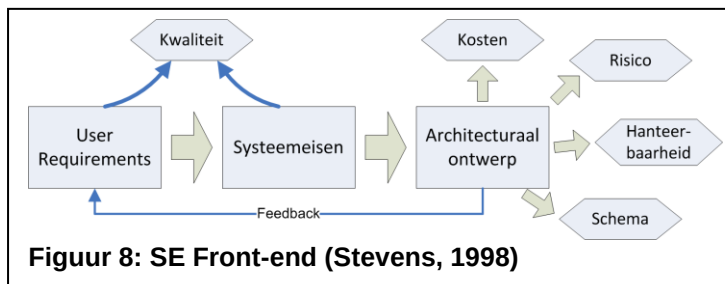
Niveau	Omschrijving	Fasen, voorbeelden
1	Levensloop	Concept definitie, Ontwikkeling, Productie, Onderhoud
2	Program Activity	Behoeftanalyse, Conceptontwerp, Gedetailleerd ontwerp
3	SE Process	Eisenanalyse, Architectuur definitie, Systeem ontwerp
4	Engineering Specialty Area	Software, Menselijke factoren, Mechanisch ontwerp

Tabel 5: Beschrijvende niveaus SE proces (INCOSE, 2000)

Feitelijk begint een levensloop dus met een behoefte, die getransformeerd wordt in een operationalisatie van die behoefte in de vorm van een product, wat uiteindelijk getermineerd wordt aan het einde van zijn levenscyclus. Maar hoe vult Systems Engineering dit proces in?

Het eerste - essentiële - deel van het SE proces vormt het vaststellen van de gebruikerswensen, die getransformeerd worden in eisen. In termen van SE wordt dit 'User Requirements Engineering' genoemd, welke vastgelegd wordt in het 'User Requirements Document' (hierna: URD). Het vormt de basis van alle verdere ontwikkelingen: zijn de user requirements niet (goed) gedefinieerd, is er de kans dat iets anders ontwikkeld wordt dan de gebruiker (of opdrachtgever) wil. Een goed URD is dan ook een vereiste voor het SE proces: user requirements zijn gedurende het hele ontwikkelproces aanwezig. Uiteraard worden gebruikerseisen voornamelijk in het begin bepaald, toch blijven ze gedurende het hele project in ontwikkeling, aangezien bepaalde (ontwerp)keuzes het compromis tussen aspecten als tijd, kosten en kwaliteit kunnen bepalen. Aan de voorkant van het proces is dit ontwikkelproces intensief: van 'requirements' komen systeemeisen, waaruit een architectuur voor het systeem ontwikkeld wordt, wat weer input geeft aan de user requirements. Een definitie van 'architectuur' wordt door Martin (1997) gegeven: "hoogste niveau concept van een systeem in zijn omgeving in de vorm van een model (document, product, etc.) om de architectuur van het systeem te communiceren en vast te leggen".

Zo bewegen requirements, systeemeisen en architectuur zich in een spiraal van breed naar smaller, waarna eisen, criteria en vorm grotendeels geformuleerd zijn. Het ontwerp van de architectuur van het systeem kan in zekere zin gezien worden als een soort voorontwerp: het bevat een grof ontwerp van de aanwezige componenten, samenhang en plaats in het systeem. Het bepaalt kort gezegd dus wat er gecreëerd moet worden en is daarmee eigenlijk het meest creatieve gedeelte van de cyclus. Pas zodra dit ontwerp na de 'requirement loops' stabiel is en de eisen dus gevalideerd zijn, kunnen kosten, tijd en risico met enige nauwkeurigheid bepaald worden.



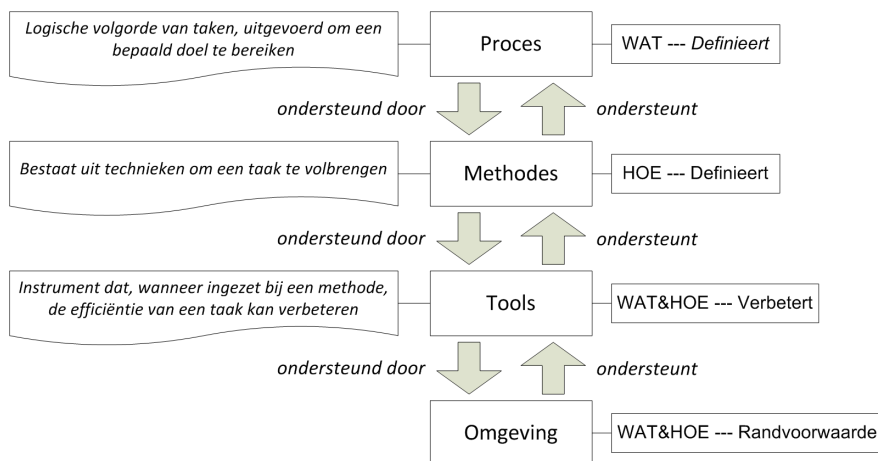
Figuur 8: SE Front-end (Stevens, 1998)

De volgende fase in het SE proces betreft het ontwerpen van de componenten, dat plaatsvindt volgens decompositie en constante terugkoppeling naar de voor deze laag geldende requirements. Men kan zich voorstellen dat in de architectuur van het ontwerp bijvoorbeeld is vastgelegd dat er een brug gebouwd zal worden over een rivier, hoe deze er ongeveer uit zou moeten zien. De eerstvolgende decompositiestap is dan het bepalen van de voornaamste onderdelen bij het ontwerpen van deze brug: de brug zelf, de kolommen en de taluds. Vervolgens ligt op een lager niveau het wegdek, koppeling tussen brug en kolommen, fundering en koppeling brug/talud. Daarna verdere detaillering zoals de strepen op het wegdek, de afscheiding van fietsers, et cetera. Iedere volgende stap heeft weer invloed op het voorgaande niveau en steeds moet geverifieerd en gevalideerd worden ten opzichte van de bijbehorende requirements of het resulterende systeem op dat niveau correct geïntegreerd is. Naast verificatie, dat zorg draagt voor overeenstemming van de ontworpen oplossing met de technische eisen, kennen we ook validatie. Validatie draagt zorg voor de consistentie en compleetheit van de geformuleerde eisen ten opzichte van een hoger niveau, daarmee zeker makend dat het geheel meer is dan de som der delen. Validatie zorgt er dus voor dat er aan het juiste probleem gewerkt wordt, terwijl verificatie ervoor zorgt dat het probleem juist opgelost wordt.

Zodra duidelijk is dat het uiteindelijk ontworpen systeem overeenkomt met de behoeften die vooraf als input golden (acceptatietest), kan overgegaan worden tot productie. Het geproduceerde systeem wordt in gebruik genomen, wat de aanvang van de onderhouds- en ondersteuningsfase inhoudt. In het allerlaatste stadium, hopelijk heel ver in de toekomst, zal het systeem niet meer toereikend zijn doordat de eisen, waarvan het systeem een operationalisatie is, veranderen of niet meer bestaan. Het systeem in zijn uiteindelijke vorm wordt getermineerd.

4.4 Richting toepassing van SE; het PMTE paradigma

Een beschrijving van een proces is een beschrijving van wat er gebeurt tijdens de ontwikkeling van een systeem: een proces zorgt ervoor dat een bepaald doel bereikt wordt. Systems Engineering is meer dan alleen een proces, het omvat ook methodes en gereedschappen en heeft eveneens iets te zeggen over de projectomgeving waarin SE de levenscyclus van een behoeftevervulling begeleidt. Om hier een duidelijke structuur in aan te brengen spreekt Martin (1997) van het PMTE paradigma, waarbij de letters staan voor respectievelijk Proces, Methodes, Gereedschappen (Tools) en Omgeving (Environment). De definities van en de relaties tussen die aspecten zijn weergegeven in Figuur 9. Voor een optimale uitvoering van Systems Engineering is een goede balans van deze vier karakteristieken nodig. In termen van het vierde aspect, omgeving, betekent dat dat de aanwezige faciliteiten en de kennis, kunde en attitude van het personeel, maar ook bijvoorbeeld de omgeving waarin het systeem zal moeten functioneren.



Figuur 9: PMTE-paradigma (Martin, 1997)

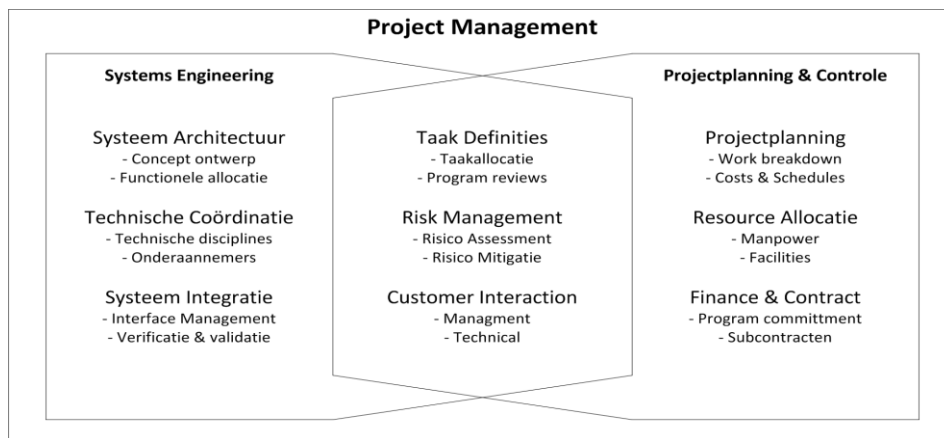
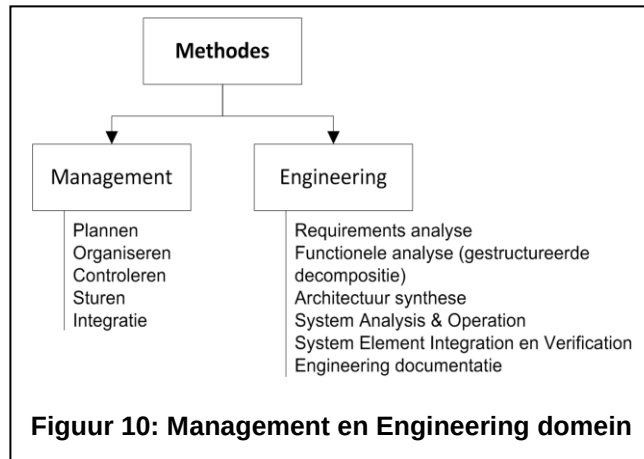
Het proces is in het diagram de feitelijke uitvoering van het totale ontwerpproces, dat opgedeeld kan worden in taken: iedere procesfase kent een aantal taken, die op hun beurt bestaan uit te nemen stappen. Het totale ontwerpproces is in principe de Life-Cycle welke Systems Engineering invult. De URD geeft de input aan het proces door middel van de minimum geaccepteerde prestatie-eisen, welke in het proces getransformeerd worden in verifieerbare technische eisen. Methodes zijn de technieken die toegepast (kunnen) worden om de taken in het proces te kunnen volbrengen. Zij vormen de concrete invulling van het project; bij het 'wat' hoort een 'hoe'. Gereedschappen (tools) worden ingezet om deze taken op een optimale wijze uit te voeren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan bepaalde software. De omgeving tenslotte is het moeilijkste te beïnvloeden en bestaat uit bijvoorbeeld computer-, kantoor- en communicatiefaciliteiten, maar vooral ook randvoorwaarden voor de uitvoering: zoals al eerder gezegd dient de projectomgeving een solide ondersteuning te zijn voor de uitvoering van het proces.

4.5 SE Management domein

Het eerste punt van de door Martin genoemde drie onderdelen van Systems Engineering vormt de focus van dit onderzoek. Het is dan ook zaak dit aspect te positioneren binnen de Levensloop en de PMTE. Het merendeel van de informatie tot nu toe betreft namelijk het 'engineering domein', oftewel het ontwerpproces zelf. Het Management domein van SE concentreert zich op de juiste inrichting van het proces en de vorming van een stabiele, ondersteunende omgeving door besturing van het ontwerpproces.

SE Management is verantwoordelijk voor de initiatie en ontwerp van het proces (tailoring) en de daarbij behorende omgevingsvariabelen, maar ook voor de begeleiding ervan. Methodes en strategieën geven invulling aan het proces, evenals de beschikbare gereedschappen en SE Management bepaalt dan ook, in samenspraak met de uitvoerende disciplines, in plannen welke methodes en gereedschappen van toepassing zijn, op die manier invulling gevend aan het ontwerpproces. Het begrip 'methodes' kan dan ook weer onderverdeeld worden in een management en een engineering domein, zoals rechts is weergegeven.

Wat is nu precies de positie van Systems Engineering Management binnen het gebied dat men project management kan noemen? Volgens Kossiakoff & Sweet (2003) bestaat het in feite uit twee delen die een overlap kennen: de Systems engineering, dat technische leiding geeft aan het project, terwijl op het gebied van programma, financieel en contracten de projectplanning en controle het tweede deel is. De overlap tussen deze twee bestaat uit Taakdefinities, Risk Management en Customer Interaction. SE bestaat uit System Architectuur, Technische Coördinatie en Systeem Integratie. Project Planning & Control bevat Project Planning, Resource Allocatie en Financieel & Contractueel Management. De onderverdeling is grafisch weergegeven in Figuur 11. Customer Interaction en Finance & Contract staan in ieder geval buiten de toepassing van dit onderzoek.



Figuur 11: Project Management

4.5.1 De basis: Work Breakdown Structure

Het managementdomein van een project begint met een combinatie van architectuur en projectplanning: tegelijk met het ontwerp van het concept voor het systeem wordt de zogenaamde Work Breakdown Structure (WBS) gemaakt. In dit document worden alle te volbrengen taken in een project (zowel op het gebied van systeemontwikkeling als project management) op een systematische wijze ondergebracht in een hiërarchische vorm. Dit document biedt de basis voor organisatie, planning en kosten. De WBS ontwikkelt zich parallel aan het systeemontwerp en biedt dus al in een vroeg stadium informatie omtrent te verwachten kosten. Het WBS bestaat over het algemeen uit (1) Systeem Product, (2) Systeem Support, (3) Systeem Testing, (4) Project Management en (5) Systems Engineering. Deze componenten worden vervolgens ieder weer onderverdeeld in subcomponenten. Kossiakoff en Sweet gebruiken in hun notatie hoofdstuknummering voor verschillende niveaus.

Naast de WBS zijn er nog een viertal andere essentiële documenten, zijnde het SEMP (SE Management Plan), de SEDE (SE Development Environment Plan), de SEMS (SE Management Schedule) en SEDS (SE Detailed Schedule). Deze documenten worden in de volgende secties afzonderlijk behandeld, waarna de relatie tot elkaar wordt beschreven.

4.5.2 SE Management Plan; SEMP

Wellicht het belangrijkste managementtechnische document binnen de Systems Engineering is het SEMP. Een van de voornaamste functies van dit document is het beheren van de interfaces² tussen de verschillen onderdelen van het project. Niet alleen in termen van systemen, maar ook in termen van verantwoordelijkheden en autoriteit. Alle deelnemers aan het project moeten weten wat hun onderlinge verantwoordelijkheden zijn. Daarnaast bevat het een referentie voor de uit te voeren procedures die gevolgd worden bij het uitvoeren van de SE taken. Ook dit document wordt al vanaf het begin van de Life-Cycle ontwikkeld, parallel aan het concept ontwerp en de WBS en is eveneens een document dat in ontwikkeling blijft. Het vormt het hoogste niveau document voor planning en uitvoering van het project. De componenten van het SEMP zijn in principe drie delen (EIA 623), die ieder weer verdere componenten bevatten, zoals onderstaand weergegeven. Op deze manier geeft het SEMP een goed beeld van de management taken die uitgevoerd worden bij een SE project.

- (I) Technische Programma Planning & Controle
 - a. Statements of Work (SoW)
 - b. Organisatie
 - c. Planning
 - d. Technical performance management
 - e. Risk Management
- (II) SE Proces
 - a. Operationele Eisen
 - b. Functionele Analyse
 - c. Systeem analyse en trade-off strategie
 - d. Systeem test en evaluatie strategie
- (III) Engineering Discipline Integratie
 - a. Betrouwbaarheid, onderhoud en availability (RMA) engineering
 - b. Produceerbaarheid engineering
 - c. Veiligheid engineering
 - d. Human factors engineering

4.5.2.1 SE Development Environment Plan; SEDE

De SEDE gaat gedetailleerder in op het 'hoe' dan het SEMP, dat voornamelijk een 'wat' karakter heeft. Het doel van dit document is het integreren van methodes, gereedschappen en de omgeving, waar het SEMP zich concentreert op het proces (wat) en een deel van de te gebruiken methodes (hoe). Het bestaat uit alle PMTE elementen die benodigd zijn om de te volbrengen taken uit te voeren. De inhoud van het SEDE plan omvat volgens Martin (1997):

- a) Controle en integratie van SEDE (implementatieplanning, organisatiestructuur, policy)
- b) Procesomschrijving (tailoring, interfacing)
- c) Omschrijving Methodes (proces/methodes correlatiematrix)
- d) Omschrijving Gereedschappen (software, andere tools, proces/tools correlatiematrix)
- e) Omschrijving Omgeving (computer-, kantoor- en communicatiefaciliteiten)

² Een interface is het raakvlak tussen twee componenten. Zo is bijvoorbeeld Microsoft Windows een interface tussen programmataal en de gebruiker van een computer. Het beheren van een interface is dus het faciliteren van 'toegang' tussen twee verschillende componenten.

Aangezien het behoorlijk overlapping heeft met het SEMP kan er voor gekozen worden de SE-DE ten minste voor een deel te integreren met het SEMP. Kossiakov en Sweet noemen de SE-DE niet eens in hun boek. Een duidelijk verschil tussen de documenten vormt echter de plaatsing in de tijd: het SEMP is een 'levend' document, al vanaf de User Requirements en ontwikkelt gedurende de tijd verder. De SEDE is min of meer volgand uit een relatief uitgekristalliseerde SEMP. Het kan om deze reden gezien worden als een managementgateway.

4.5.3 SE Management Schedule; SEMS

Meer op het gebied van de procesbeheersing ligt de SEMS, waarin alle kritieke taken en hun succescriteria benoemd zijn, evenals de mijlpalen in het project. Het is als het ware een ToDo list op een hoger abstractieniveau en heeft als voornaamste input de WBS. Het document heeft volgens Martin (1997) de volgende functies:

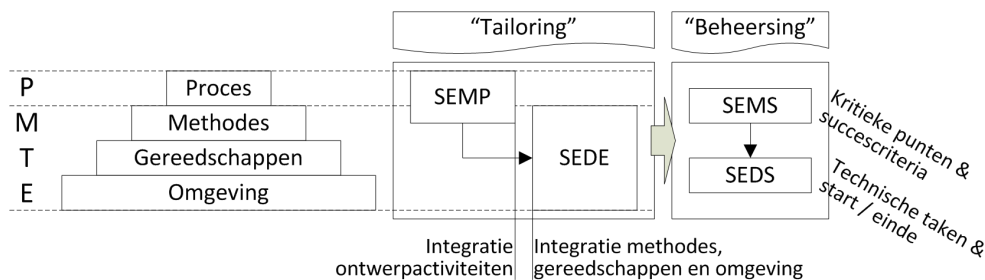
- Voorzien in een contractuele/financiële 'aansporing' om te voldoen aan de kwantitatieve criteria geïdentificeerd in de SEMS
- Functie als een procescontroletool om de realisatie van een taak te verzekeren.
- Project Management voorzien in progressiecriteria
- Verminderen van ontwikkelrisico
- Bijbrengen van ontwerpdiscipline

4.5.3.1 SE Detailed Schedule; SEDS

Een verdere detaillering van het Management Schedule is beschreven in de SEDS. Dit document is in tegenstelling tot de SEMS, welke taakgebaseerd is, op tijd gebaseerd. De SEDS bevat de gedetailleerde technische taken die uitgevoerd moeten worden om de in de SEMS opgenomen taken te kunnen voltooien. Voor iedere taak is een deadline opgenomen, evenals het startmoment. Input voor dit document zijn logischerwijs de projectplanning en de SEMS.

4.5.4 Verhouding SEMP, SEDE, SEMS en SEDS

De vier documenten kan men als onderstaand in een figuur vatten, waarbij opgemerkt dient te worden dat de SEMS en SEDS los staan van het PMTE paradigma. SEMP en SEDE bepalen de inrichting van het proces, wat *tailoring* genoemd wordt, terwijl SEMS en SEDS het proces besturen.



Figuur 12: SEMP, SEDE, SEMS & SEDS

5 Analysekader en beoordelingscriteria knelpuntenanalyse

Om een goed beeld te krijgen van de huidige procesbeheersing zal eerst bepaald moeten worden welke processen er momenteel plaatsvinden. Deze analyse zal gestructureerd plaats moeten vinden om een overzichtelijk beeld te krijgen van het totale veld aan werkzaamheden binnen de afdeling beveiliging. Van daaruit zal aan de hand van een knelpuntenanalyse bepaald worden waar problemen in het proces het meest nijpend zijn. Om dit te bewerkstelligen zal gebruik gemaakt worden van het in een eerder hoofdstuk beschreven PMTE paradigma van Martin (1997), wat neerkomt op een onderverdeling van de totale Life-Cycle van het ontwerpproces in procesfasen, ingedeeld volgens de RVOI ontwerpstappen. Deze procesfasen kennen op hun beurt weer subprocessen. Belangrijk voor deze opdracht zijn de kwaliteitbeheersingsprocessen die direct of indirect gekoppeld zijn aan deze subprocessen, maar vooral ook de voedingsbodem waarin deze processen gebruikt worden. Om de taken waaruit de subprocessen bestaan uit te voeren wordt gebruik gemaakt van een of meerdere methoden³, die op hun beurt weer ondersteund of mogelijk gemaakt worden door het gebruik van tools. De projectomgeving ten slotte oefent invloed uit op de mogelijkheden om het proces optimaal te voltooien.

Het analyse kader bestaat dus uit de vier niveaus van het PMTE paradigma. Voor dit onderzoek zal de focus op methoden en (project)omgeving liggen, omdat daar de meeste winst te verwachten is, maar uiteraard bestaat de mogelijkheid dat in de analyse van de procesbeheersing blijkt dat ook noodzakelijke processen ontbreken. Gereedschappen komen pas in beeld in de eindfase van dit onderzoek, wanneer enkele sjablonen ontwikkeld worden.

5.1 Procesfasen en probleemfactoren

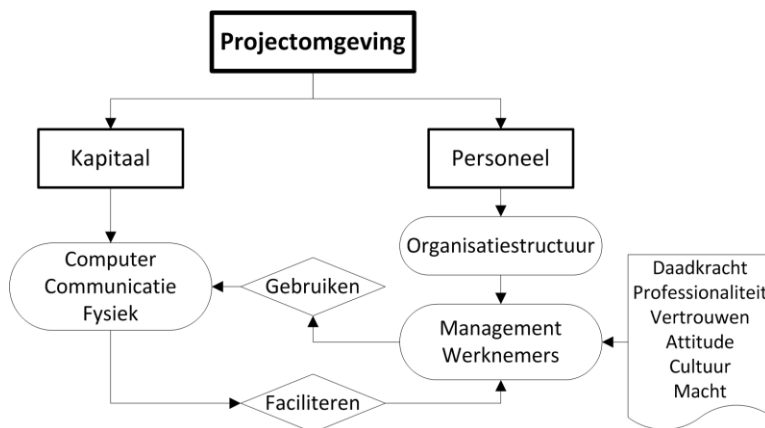
De formatiestap begint met het benoemen van de verschillende procesfasen volgens de RVOI. Zoals in een voorgaand hoofdstuk behandeld is bestaat deze voor de afdeling beveiliging uit (0) Acquisitie, (1) Onderzoek, (2) Voorlopig ontwerp ((2a) RVTO en (2b) Seinwezen), (3) Definitief ontwerp, (4) Bestek, (5) Aanbesteding en Gunning, (6) Detaillering, (7a) Directievoering, (7b) Indienstelling en (8) Oplevering. Alle mogelijke activiteiten per fase zijn verzameld door gebruik te maken van procesdocumentatie van de afdeling beveiliging, aangevuld door interviews met medewerkers, waarna getracht is dit per fase in een overzicht samen te vatten. Hierbij horen niet alleen de Engineering, maar ook de Managementprocessen. In Bijlage C zijn zodoende alle procesfasen met hun subprocessen en taken opgenomen.

In iedere fase kan gekeken worden in hoeverre zich problemen voordoen in de beheersing. Door middel van interviews met medewerkers kan bepaald worden of de fase een wezenlijke bijdrage levert in het veroorzaken van fouten of foutrepletie. Wanneer dat inderdaad het geval is, dient er van verschillende invalshoeken naar het proces gekeken te worden. Op het proces zijn gebruikte methoden van invloed, maar er geldt ook een kader voor de uitvoering van het proces: de (project) omgeving. De projectomgeving zal op een of meerdere projectfasen invloed uitoefenen, waardoor uit de analyse van afzonderlijke processen een beeld van de omgeving geabstraheerd kan worden. De implicaties van de projectomgeving voor processen wordt in de volgende paragraaf beschreven.

³ Een belangrijke kanttekening bij de theorie van Martin betreft de conceptualisatie van het begrip 'methoden'. Subtaken van processen staan namelijk vaak gelijk aan het niveau waarop een methode zich bevindt: de 'hoe' vraag. Vandaar dat in de nu volgende paragrafen het onderscheid tussen beiden niet nadrukkelijk aangehouden wordt.

5.2 Invloed van de projectomgeving

Een probleem kan zich voordoen op ieder niveau van de PMTE piramide, wat daarmee gevolgen heeft voor alle andere niveaus. Een bepaald proces moet gedragen worden door methodes, tools maar vooral ook de (project)omgeving. Als die geen ondersteuning biedt werkt alles wat daarboven ligt niet of niet naar behoren. De projectomgeving kan daarbij bijvoorbeeld bestaan uit computersoftware, maar ook uit mensen. Op basis van de categorieën die Martin (1997) omschrijft zijn een aantal voor dit bedrijf relevante onderdelen van de projectomgeving te definiëren, die in deze paragraaf verder behandeld zullen worden in de vorm van de effecten ervan op de kwaliteit die een bedrijf kan leveren. De componenten van de projectomgeving zoals Martin deze omschrijft kunnen onderverdeeld worden in kapitaal en personeel, wat een verduidelijking geeft van de verschillende aspecten die komen kijken bij de invloed die de projectomgeving heeft op de kwaliteit. Het daardoor ontstane analysekader is opgenomen in Figuur 13. Martin noemt verder nog 'System Life Cycle Omgeving' als omgevingscategorie. Dit aspect is uit het overzicht weggelaten omdat het om processen gaat en minder om de daadwerkelijke omgeving zoals hier van toepassing is.



Figuur 13: Analyse kader Projectomgeving

Het analysekader kent het aanwezige kapitaal in de vorm van computers (platform, besturings-systeem, applicaties, netwerken, communicatie), communicatie (middelen) en de fysiek (kantoorfaciliteiten, thuis, onderweg) die gebruikt worden door het personeel, op een bepaalde wijze en met een bepaald doel. De wijze is hierin de methode, het doel vormt het proces. Een wellicht nog belangrijker aspect van de projectomgeving vormt het personeel, dat opgedeeld kan worden in management (policy en procedures, training, financiering, toewijding) en werknemers (teams, werkgroepen, persoonlijke netwerken), ingedeeld volgens een bepaalde organisatiestructuur (projectorganisatie, functionele organisatie, machtsstructuur) die leidt tot een taakverdeling en bijbehorende verantwoordelijkheden.

Het personeel heeft verschillende eigenschappen, die hun functioneren beïnvloeden. Een aantal van deze aspecten zijn als input weergegeven in de figuur. In feite is de organisatiestructuur geen hard gegeven; deze wordt ook door het personeel zelf bepaald, onder invloed van de genoemde inputfactoren. Zo kan een bedoelde organisatiestructuur anders uitpakken dan verwacht, doordat functies niet overeenkomen met de eigenschappen van personen of de cultuur binnen het bedrijf. Het is verder belangrijk om op te merken dat het aspect 'kapitaal' gezien en beoordeeld wordt vanuit het oogpunt van het personeel. Dit betekent bijvoorbeeld voor communicatie hoe het personeel communiceert: het gebruik van middelen, maar ook intentie en 'doelwit'. Het moge duidelijk zijn dat hier de inputfactoren indirect invloed uitoefenen.

Het analysekader dient verder uitgewerkt te worden. Wat zijn precies de invloeden van de verschillende onderdelen? In de nu volgende verhandeling zal verduidelijkt worden waar problemen zich kunnen voordoen.

5.2.1 Onderdelen van de projectomgeving

Het proces 'ontwerpen' kent als subtaak 'tekenen', waar de bijbehorende methode voor dit bedrijf 'op de computer tekenen' is. De Tool is in dat geval het programma wat daarvoor gebruikt wordt: Microstation van Bentley. Dit programma draait onder Windows; het besturingssysteem van de computers die op kantoor aanwezig zijn. Windows is in dit voorbeeld een deel van de omgeving, de E uit het overzicht. De personen die ermee werken, maar vooral hun denkwijze en werkcultuur, zijn een ander deel van de E. Volgens de analogie van de piramide is de omgeving het moeilijkste te veranderen: men kan bijvoorbeeld niet zomaar overstappen op Linux, tenzij zowel tools als methoden veranderd worden. Nu is een automatiseringsproces relatief eenvoudig te veranderen, met personen en cultuur in het bijzonder gaat dat veel moeilijker. Het veranderen van het proces zal niet kunnen zonder de steun van het personeel. Dit probleem ziet men soms terug bij organisaties die veranderingen in de organisatie toepassen: zij zijn niet voldoende in staat om naast de P, M en T, ook de E te veranderen, met als gevolg dat een gewijzigd proces niet het verwachte effect heeft.

De omgeving kan er dus voor zorgen dat het bedoelde positieve effect van een methode om een beheersingsproces mogelijk te maken, min of meer gesaboteerd wordt. Een taak bij het ontwerpen van een installatie bijvoorbeeld is het controleren op fouten, een beheersingstaak. Deze taak kan volbracht worden volgens een methode, bijvoorbeeld door administratieve taken te volbrengen; door formulieren in te vullen die de volbrenging van deze taak niet alleen bewijzen, maar ook verantwoordelijkheid betekenen door het verbinden van een handtekening aan het protocol. Wanneer de omgeving deze wijze van werken niet ondersteunt kan het zijn dat mensen het protocol niet serieus nemen en door gebrek aan controle het bedoelde effect daarmee teniet gedaan wordt. In de praktijk kan dat betekenen dat een protocol ingevuld wordt na controle, wijzend op de noodzaak van verbeteringen in het ontwerp, waarna wijzigingen uitgevoerd worden en vervolgens toetsing niet nogmaals gebeurt, maar het ontwerp direct doorgestuurd wordt. In die situatie is het protocolformulier slechts als een in te vullen 'papiertje' gezien, in plaats van een waardevol document om de kwaliteit van een ontwerp zeker te stellen.

Onder projectomgeving valt ook de *organisatiestructuur* van een project. Daarin is met name de taakverdeling van belang, aangezien daarmee bepaald wordt wie waar overzicht over heeft en wie verantwoordelijkheid draagt voor bepaalde aspecten van het proces. Het mag bijvoorbeeld niet zo zijn dat een persoon een dubbelrol heeft binnen het ontwerpproces. Een ontwerper mag zijn eigen ontwerp bijvoorbeeld niet controleren, aangezien dat wellicht tot een selectieve controle kan leiden. Overzicht is daarnaast een belangrijk aspect van kwaliteitsbeheersing: te allen tijde moet duidelijk zijn voor verantwoordelijke personen welke taken uitgevoerd worden, welke nog te doen staan en hoe de kwaliteitsstatus is. De organisatie moet daarbij zo ingericht zijn dat taken die in elkaars verlengde liggen gefaciliteerd kunnen worden. Een voorbeeld daarvan is het projectbeheer naar buiten toe: kwaliteit is eerder al gedefinieerd als de mate waarin een ontwerp voldoet aan de eisen van de opdrachtgever. Een projectleider heeft als rol de communicatie met de 'buitenwereld' te verzorgen, logischerwijs liggen taken op het gebied van kwaliteitsbeheer dan in het verlengde van die taak. Een gevolg daarvan is dat alle documenten via de projectleider als 'gateway' zouden moeten gaan, voor zover hij redelijkerwijs verantwoordelijk gesteld kan worden voor fouten die zich eventueel in die documenten bevinden.

Het lijkt essentieel het begrip communicatie nog extra te benoemen. Het is, zeker voor een lerende, kennisintensieve organisatie, van groot belang dat er goed gecommuniceerd wordt. Hiertoe moeten alle communicatiemiddelen niet alleen aanwezig zijn, maar ook gebruikt worden en gebruikt kunnen worden. Al het personeel moet in staat zijn gebruik te maken van de manieren die beschikbaar zijn om in contact met anderen te treden, wat neerkomt op goede kennis en kunde van de middelen. Een ander aspect is echter gerelateerd aan personeel en organisatie: men moet ook met elkaar willen communiceren. Juist dat kan nog wel eens een probleem zijn. Ook moet er gecommuniceerd worden over de juiste onderwerpen: boodschappen moeten compleet zijn, geen belangrijke informatie ontberen onder invloed van een politieke, economische of organisatorische context.

5.3 Methoden en hun attributen

Eerder is gedefinieerd dat methoden de 'hoe' vormen bij het 'wat' van de processen. Daarmee zijn ze vergelijkbaar met de stappen zoals die in de processchema's in Bijlage C opgenomen zijn, terwijl ze soms zelfs als een subproces gedefinieerd zijn (zoals de taak 'collationeren'). Methoden spelen, samen met de omgeving, een sleutelrol in de uitkomst van een proces. Wanneer een methode niet compleet is, niet goed uitgevoerd wordt of niet bestaat, komt de kwaliteit van een (eind)product in het geding. Het kan hierbij gaan om een onvolledige procesindeling, waarbij methoden noodzakelijk voor een optimaal proces weggelaten zijn of nog niet ontwikkeld. Een andere mogelijkheid is dat de projectomgeving ervoor zorgt dat de methoden niet of nauwelijks (goed) uitgevoerd worden.

Volgens Martin (1997) kennen methoden een vijftal attributen:

1. Gedachtepatronen en –processen
2. Kennisbasis
3. Regels en Heuristiek
4. Structuur en orde
5. Notatie

Aan de hand van deze attributen kan ook een beoordelingskader voor de huidige en toekomstige procesbeheersing opgesteld worden. Gesteld kan worden dat een methode (in dit geval synoniem voor 'uitvoering van een (sub)taak') alle voorgenoemde attributen in voldoende mate moet hebben.

Ad. 1) Achter een methode moeten bepaalde gedachtepatronen en –processen zitten die er zorg voor dragen dat de uitvoering ervan niet slechts neerkomt op het uitvoeren van een lijstje met zaken. Gedachtepatronen en –processen zijn de ruggengraat van een methode.

Ad. 2) Voor het uitvoeren van welke methode dan ook is het belangrijk dat de benodigde kennis aanwezig is. Dit slaat dan niet alleen op kennis van de inhoud, maar ook kennis over de methode. Enigszins in verband met Ad. 1 is het belangrijk dat de uitvoerder van de methode weet en begrijpt welk doel de methode dient en waarom deze gebruikt wordt. Een toevoeging aan dit attribuut is het begrip kunde: men moet ook in staat zijn de kennis te vertalen in juiste daden.

Ad. 3) Ook in een vrije wereld zijn regels nodig. Regels om werkzaamheden in goede banen te leiden, om ervoor te zorgen dat vrijheid geen anarchie wordt, om chaos te voorkomen. In tijden van stress en onzekerheid bieden regels een houvast, terwijl regels ook een gedrags- en prestatiekader vormen: wanneer de situatie daarom vraagt kan verwezen worden naar regels.

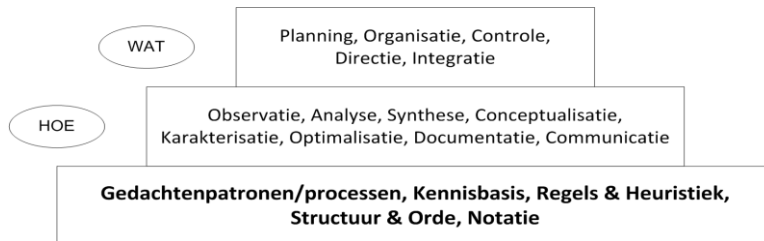
Ad. 4) Structuur houdt verband met regels, maar heeft vooral een motiverende functie. Wanneer de structuur van een bepaalde methode duidelijk is, zijn afzonderlijke aspecten beter te begrijpen: het totale beeld moet duidelijk zijn, zodat bijvoorbeeld regels die bij die structuur horen makkelijker geaccepteerd worden. Een duidelijke structuur zorgt daarnaast voor houvast, zodat werknemers zich niet verloren voelen in de werkzaamheden die zij uitvoeren. Zodoende zorgt het voor efficiëntere werkuitvoering: in andere woorden kan gezegd worden dat structuur zorg draagt voor standaardisatie van de werkzaamheden.

Ad. 5) Een van de meest belangrijke attributen van methodes is wellicht de notatie of documentatie. Afspraken, regels, structuur en visie dienen vastgelegd te worden zodat ernaar verwezen kan worden op momenten dat problemen zich voordoen. Een zwart op wit vastgelegd proces, taak, methode, tool of omgevingsvariabele kan als een kader dienen en is voor iedereen in te zien en op dezelfde manier te begrijpen en te benutten.

5.3.1 De piramide van methoden

Het concept van het PMTE paradigma is ook naar de Methoden door te trekken. Een eerste gedachte daaraan komt al op bij het beschrijven van de voorgenoemde attributen: zij vormen als het ware de omgeving, de voedingsbodem van een methode. Wanneer de attributen niet in voldoende mate aanwezig zijn, of niet goed genoeg uitgevoerd worden, zal de methode op een lager abstractieniveau niet goed functioneren. Martin noemt vijf basiscategorieën waaruit (ma-

nagement) methoden bestaan, die geïnterpreteerd worden kunnen worden als de 'wat' vraag binnen de methoden: (1) Planning, (2) Organisatie, (3) Controle, (4) Directie (sturing) en (5) Integratie. De bijbehorende 'hoe' aspecten zijn dan de, wat hij noemt, 'basismethoden' waaruit iedere methode bestaat: (a) Observatie, (b) Analyse, (c) Synthese, (d) Conceptualisatie, (e) Karakterisatie, (f) Optimalisatie, (g) Documentatie en (h) Communicatie. Een visualisatie van deze denkwijze is onderstaand opgenomen in Figuur 14. De piramide is analoog aan die van het oorspronkelijke PMTE paradigma, waarbij de Tools weggelaten zijn. Deze zijn aanwezig in de vorm van fysieke uitwerking van de hoe-vraag en zijn in die gedaante voor deze kaderzetting niet interessant. In de volgende paragraaf worden de methodecategorieën nader gedefinieerd.



Figuur 14: De M-piramide

Zoals gezegd vormt de M-omgeving het kader van criteria waaraan een bepaalde procestaak of –stap moet voldoen. Een M-omgevingsvariabele kan zowel negatief als positief zijn. In het eerste geval zal door de inhoud van het attribuut de uitvoering van de bovenliggende lagen bemoeilijkt worden, in het tweede geval biedt het ondersteuning.

De voorgaande analyse heeft nu tot twee onderzoekscomponenten geleid: het vaststellen van beoordelingscriteria (de M-omgeving) en categorieën methoden (de M-processen). De eerste zal helpen in het vinden van de (grootste) knelpunten, terwijl de tweede gebruikt kan worden om het begrip 'methoden' eenduidiger toe te passen en gaten in de uitvoering van processen, of anders gezegd de compleetheid van methodieken, te vinden.

5.3.2 Methodecategorieën

De genoemde categorieën waar methoden binnen kunnen vallen vereisen nog een nadere uitleg zodat beter begrepen kan worden welk deel van het veld zij bestrijken. Een enkel woord is slechts een samenvatting van het gedachtegoed wat er achter ligt. Het gaat hier om planning, organisatie, controle, directie en integratie. Voor al deze vijf categorieën is informatie een vereiste voor (goede) uitvoering. Omdat informatievergarig echter voor alle categorieën een rol speelt wordt ervan afgezien dit als zesde categorie toe te voegen.

Planning is een categorie die voor zichzelf spreekt. Het omvat activiteiten op het gebied van tijds- en taakplanning: wanneer voer ik wat uit. Het is een essentiële categorie om inzichtelijk te maken hoe het takenveld zich planmatig tot elkaar verhoudt.

Moeilijker wordt de definitie van het begrip *organisatie*. Organisatie kan zowel slaan op taakverdelingen binnen een organisatie als op het organiseren van het (eigen) werk. Daaraan kunnen de benamingen *werkorganisatie* en *bedrijfsorganisatie* gehangen worden. Aangezien de bedrijfsorganisatie tot het omgevingskader behoort gaat het in dezen dus over werkorganisatie: methoden om bij te houden welk werk er gedaan moet worden en hoe. Daarmee wordt het min of meer een synoniem voor *structuur*.

De categorie *controle* kan uitgelegd worden als de activiteiten die ondernomen worden om kwaliteit te waarborgen. Een leidinggevende wil het werk van een werknemer controleren op de zaken waar hij als manager verantwoordelijk voor is, zoals tijd, kosten en kwaliteit. Tegelijkertijd is collationeren ook een methode om controle toe te passen, puur gericht op kwaliteit.

Directie kan vertaald worden als sturing, wat neerkomt op het aansturen van werkzaamheden door leidinggevend. Een leidinggevende heeft overzicht over de uit te voeren projecten en

daarmee de taken die volbracht moeten worden. Directie in die zin is dus het sturen van het personeel in het werk dat zij dienen te verzetten om tot een gesteld doel te komen.

Integratie is een begrip dat toegevoegd lijkt omwille van de Systems Engineering en is minder van toepassing op de werkzaamheden van de afdeling beveiliging. Omdat er echter sprake is van interfaces binnen het ontwikkelproces tussen verschillende afdelingen (beveiliging, baan/civiel en kabels en leidingen) is het echter toch van belang deze categorie mee te nemen.

5.4 Integratie Projectomgeving, Procesfasen, Methodenkader

Duidelijk is geworden welke rol processen spelen en hoe deze de kwaliteit kunnen beïnvloeden, hoe de projectomgeving de kwaliteit kan beïnvloeden en hoe vanuit de attributen van methoden criteria bepaald kunnen worden die aangeven in hoeverre de (onderdelen van) projectomgeving, processen en methoden goed functioneren en daarmee kwaliteit waarborgen. De inputgegevens voor de nu volgende kaderstelling bestaat primair uit interviewresultaten, gecombineerd met informele observaties en gesprekken. Verslagen van de interviews zijn niet in dit onderzoek opgenomen omdat niet alle uitspraken van medewerkers gedocumenteerd zijn, maar kunnen desgewenst bij de auteur opgevraagd worden.

Er kunnen voor een beoordeling van het procesveld een viertal combinaties uitgevoerd worden:

1. Toepassing van methoden in procesfasen (integratie)
2. Uitvoering van methoden binnen procesfasen (beoordeling)
3. Invloed projectomgeving op ontwikkelproces (integratie)
4. Status Projectomgeving (beoordeling)

De combinatie van methoden en processen betekent een onderzoek naar de toepassing van methoden, gezien vanuit de mogelijke methodecategorieën. Aangezien het hier gaat om de vraag of er überhaupt sprake is van de toepassing van een bepaald aspect (en daarmee de volledigheid van de uitvoering van het proces), komen hier vier antwoordmogelijkheden naar voren: aanwezig, onvolledig aanwezig, afwezig maar benodigd en terecht afwezig. In tabelvorm kunnen deze mogelijkheden via een vinkje (voldoende aanwezig), kruis (onvoldoende aanwezig) of een streepje (niet van toepassing) toegewezen worden aan de verschillende combinaties, zoals onderstaand weergegeven in Tabel 4. Deze vorm zal gebruikt worden in de knelpuntenanalyse. Om het doel van deze tabel beter te begrijpen dient opgemerkt te worden dat 'methoden' hier voor zowel 'subprocessen' als 'taken' staat.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase0: Acquisitie					
Fase1: Onderzoek					
Fase2a: RVTO					
....					
Fase8: Oplevering					

Tabel 6: Aanwezigheid Methoden

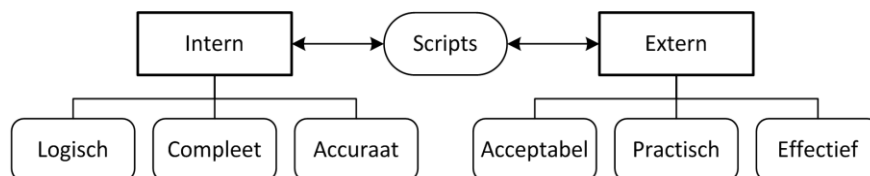
Hiermee is bepaald in hoeverre de uitvoering van managementtaken compleet is. De volgende stap bestaat uit verder beoordelen van de prestaties in het proces door de interviews, gesprekken en observaties te koppelen aan de beoordelingscriteria van de M-omgeving. Daartoe zal de analyse ingedeeld zijn naar de vijf attributen. Voor ieder attribuut wordt een korte verhandeling geschreven met daaropvolgend steeds een deelconclusie. Zo levert dit een beeld op van de huidige situatie op kwalitatief niveau en de punten waarop deze situatie verbeterd kan worden.

Het tweede deel van de knelpuntenanalyse bestaat uit de projectomgeving. Allereerst dient gestructureerd onderzocht te worden in welke vormen de projectomgeving invloed kan uitoefenen op het totale ontwerpproces. Omdat dit echter een divergente wijze van analyseren zou zijn wordt er hier voor gekozen dit aan de hand van knelpunten te doen. In interviews en gesprekken zijn diverse aspecten naar voren gekomen die betrekking hebben op de projectomgeving. Zodoende kunnen deze knelpunten geformuleerd worden als het negatieve effect dat bestaan-

de omgevingsaspecten hebben op de uitvoering van het proces. Integratie van beide onderzoeksdelen geeft dan een goed gespecificeerd probleemoverzicht, van waaruit maatregelen ontwikkeld worden om de beheersing te verbeteren.

De aanbevelingen die voortkomen uit het voorgaande traject zullen ontwikkeld worden met de assessment theorie van Covello (1993), aangevuld door Kolkman (1996), in het achterhoofd, welke een interne en externe component omschrijft, met daartussen zogenaamde 'scripts', die veel weg hebben van de projectomgeving zoals deze tot nu toe gebruikt is. Het gaat er in dit begrip echter voornamelijk om gedrag op een bepaalde wijze te beïnvloeden. Om dit te verduidelijken kan een voorbeeld uit de wegenbouw genomen worden: om een snelheidsbeperking op een bepaalde weg in te stellen kan de weg versmald worden. Doordat de weg smaller is, is de eigen snelheid gevoelsmatig hoger en zal de automobilist vanzelf langzamer rijden. Kort gezegd is dit dus indirecte en daarmee onderbewuste beïnvloeding van ervaring en gedrag. Toepassing van dit aspect van het model is door de aard van het begrip echter moeilijk te realiseren.

De interne component bestaat uit logica (is het model theoretisch te onderbouwen), compleetheid (komen alle relevante aspecten aan bod of worden er zaken weggelaten) en accuraatheid (precisie, gevoeligheid en vooroordelen). De externe component bestaat uit accepteerbaarheid (acceptatie door gebruikers), toepasbaarheid (expertise benodigd) en effectiviteit (eenduidig en efficiëntie). De theorie is grafisch weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: Assessment Criteria (Covello, Kolkman, 1996)

De verwachting is dat als de resultaten van het onderzoek op deze wijze kort getoetst zijn, de implementatie ervan op rationele gronden geen problemen meer op zal leveren. Emotionele aspecten dienen voorafgaand aan implementatie echter nog verder onderzocht te worden. De ontwikkeling hiervan valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

6 Knelpuntenanalyse afdeling beveiliging

In de dagelijkse praktijk van de afdeling beveiliging van Grontmij Maunsell ICS komen diverse problemen naar voren die ervoor zorgen dat de kwaliteit die het bedrijf levert te zeer fluctueert. In interviews met medewerkers zijn een berg aan problemen naar voren gekomen, die gestructureerd ondergebracht moeten worden zodat een beter beeld gevormd kan worden van oorzaken en gevolgen. Daartoe is in het voorgaande hoofdstuk een analysekader vastgelegd. Allereerst is het van belang te inventariseren of er al managementtaken uitgevoerd worden en de volledigheid van hun toepassing: niet iedere methode wordt juist uitgevoerd of gebruikt. Oorzaken van problemen kunnen daarnaast niet alleen in de aanwezigheid van methoden liggen, maar ook in de uitvoering ervan, wat vaak weer meer te maken heeft met de projectomgeving. Omdat het echter niet alleen moeilijk, maar ook ongewenst is om probleem en oorzaak volledig van elkaar te scheiden zal er dubbele informatie voorkomen in deze knelpuntenanalyse.

De oorzaak voor het niet aanwezig zijn van een methode zegt iets over de noodzaak van die aanwezigheid, en vindt daarnaast vaak zijn oorsprong in omgevingsfactoren. Deze omgevingsfactoren zullen soms ook in de tekst over de methoden naar voren komen, vanwege de onderlinge verbondenheid. In het tweede deel van deze knelpuntenanalyse zal echter apart aandacht besteed worden aan de projectomgeving. Tevens wordt de lezer erop geattendeerd dat het niet de bedoeling is geweest volledig te zijn bij iedere fase: veel problemen spelen in meerdere fasen, zodat het ondoenlijk zou zijn alle aspecten terugkerend te beschrijven. Mede daarom en omdat de knelpunten vaak een verhaal hebben is ervoor gekozen, behoudens de samenvatting aan het begin van dit rapport, niet over te gaan tot een integratie van de knelpunten.

6.1 Aanwezigheid en volledigheid van methoden

De aanwezigheid van methoden (subprocessen en taken) geeft een eerste beeld van de volledigheid van het beheersveld. Aan de hand van interviews en procesdocumentatie is vastgesteld op welke vlakken er wel, en op welke vlakken er geen of onvoldoende methoden toegepast worden. In Tabel 6 is het resultaat van dat onderzoek weergegeven, waarbij de vinkjes staan voor de (voldoende) aanwezigheid van de methodecategorie, kruisjes voor het niet of onvoldoende aanwezig zijn en een streepje wanneer de categorie niet van toepassing is. Uitleg over de categorieën is in het voorgaande hoofdstuk opgenomen. De tabel is een samenvatting van de tabellen in het hierna volgende.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase0: Acquisitie	-	✗	✗	-	✗
Fase1: Onderzoek	✓	✓	✓	✗	✓
Fase2a: RVTO	✓	✓	✓	✗	✓
Fase2b & 3: V-DO en DO	✓	✓	✓	✗	✗
Fase4: Bestek	✓	✗	✗	-	-
Fase6: Detaillering	✓	✓	✓	✓	-
Fase7b: Indienststelling	✓	✓	✓	✗	✓
Fase8: Oplevering	-	✓	✗	✗	-

Tabel 7: Aanwezigheid Methoden

Niet iedere procesfase is echter interessant voor dit onderzoek. Omdat de kern de problemen met de producten die Grontmij levert betreft, vallen de fasen Aanbesteding en Gunning en Directievoering door hun externe administratieve karakter buiten de scope van dit onderzoek. Om deze reden ontbreken deze fasen in het bovenstaande overzicht en in de subparagrafen van dit hoofdstuk. Daarnaast is uit gesprekken niet gebleken dat er in deze fasen dingen fout gaan. Verder zijn in bovenstaand overzicht V-DO en DO samengenomen, omdat zij qua beheersing heel sterk op elkaar lijken. De producten die ontwikkeld worden in de fasen (OBE, OR, S en OA bladen) zijn qua karakter identiek, zodat aparte behandeling zou leiden tot grote overlap.

6.1.1 Fase0, Acquisitie

Duidelijk is dat in deze eerste fase de uitvoering van werkzaamheden niet transparant is. Alhoewel de noodzaak van het toepassen van een planning voor deze fase niet echt bestaat, los van het vaststellen van enkele deadlines, is het wel belangrijk dat het maken van een offerte gekoppeld wordt aan de realiteit van de planning. Op dit moment wordt een raming gemaakt naar aanleiding van een inschatting van hoe de kosten 'normaal gesproken' zijn, door een enkele persoon. De persoon die verantwoordelijk is voor de planning wordt hier niet bij betrokken. Natuurlijk weet men in deze fase nog niet of een project ook daadwerkelijk verkregen wordt, maar een eerste inschatting voor de gevolgen voor de planning is zeker essentieel te noemen.

Afgezien van sturing, zijn de andere drie categorieën zeker noodzakelijk. Sturing is niet van toepassing aangezien de aard van de werkzaamheden niet gespreid zijn over de tijd. Wat organisatie betreft dienen er methoden toegepast te worden die het vormen van een offerte transparanter maken, wat leidt tot processtandaardisatie en daarmee ruimere mogelijkheden voor meerdere mensen om aan de vorming ervan mee te werken, daarmee zowel initiële kwaliteit als de controlemogelijkheden vergrotend.

Het primaire doel van Grontmij Maunsell ICS is echter niet het realisme van de prijs waarmee geboden wordt, maar het verkrijgen van een opdracht. Een bepaalde prijs kan realistisch zijn vanuit de kenmerken die de afdeling heeft op het gebied van kapitaal en arbeid, maar niet aansluiten bij wat concurrenten bieden. Het gevolg kan een bieding zijn die niet of zeer moeilijk binnen budget gerealiseerd kan worden. De reden van dit probleem dient gezocht te worden in de wijze waarop de beslissing tot stand komt: de offerte wordt intern door een persoon gemaakt (zonder dat er inzicht is in de wijze waarop), waarbij hij er zelf zeker van is dat deze klopt. De directie van Grontmij Rail gaat daar vervolgens de markt mee op en biedt overeenkomstig hun inschatting van de markt. Dat kan dan zijn voor een prijs die boven de kostprijs ligt, of tegen kostprijs. Met name in het laatste geval ontstaat er een groot risico dat de werkzaamheden, zoals nu vaak gebeurt, toch heftiger uitvallen en het bedrag op de offerte overschrijden. In het verleden is daarbij gebleken dat niet goed geluisterd wordt naar de mening van de werkvloer, zodat gesteld kan worden dat integratie niet genoeg aanwezig is. Controle op de totstandkoming van de offerte is door het gebrek aan transparantie zoals gezegd ook niet aan de orde. Wel wordt er volgens de documentatie evaluatie uitgevoerd wanneer een offerte niet tot een gunning leidt. Er is dus wel in zekere mate controle aanwezig, maar zeer miniem en slechts achteraf.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase0: Acquisitie	x	x	x	-	x

Tabel 8: Toepassing methoden in de Acquisitiefase

De voorgaande analyse kan nu gekoppeld worden aan de beoordelingscriteria, wat leidt tot een analyse op een hoger abstractieniveau.

6.1.1.1 Gedachtepatronen

Zoals gezegd is het er Grontmij Maunsell veel aan gelegen zoveel mogelijk opdrachten binnen te krijgen. Het is een jong bedrijf dat zijn toekomst nog niet zeker gesteld heeft. Om deze reden heeft men enige angst niet voldoende werk te verkrijgen wanneer puur naar interne aangelegenheden gekeken wordt bij het bieden op een opdracht en is het groene gras bij de concurrent in de praktijk de voornaamste bron voor het getal op de offerte. Gunning lijkt voor Grontmij

Maunsell belangrijker dan realisme. Het effect is weliswaar een hoge omzet, maar de beveiligingsproducten draaien vrijwel nooit winst. De vraag is waar het optimum ligt: wanneer er minder werk dan personeel is, is er weliswaar ook sprake van verlies, maar worden projecten aangenomen op realisme, wat eerder tot winst per project zal leiden en met name de kwaliteit hoger zal leggen. Het probleem is echter dat veel van de problemen met budgetoverschrijving liggen in de fouten die gemaakt worden; het lijkt van tijd tot tijd of er niet voldoende kennis en kunde aanwezig is.

De conclusie is dat in deze fase op het gebied van achterliggende gedachten zeker wat aan te merken is. Gelukkig is op een bijeenkomst van Rail gebleken dat ook de directie ingezien heeft dat een dergelijke werkwijze ongewenst is en er meer toegewerkt moet en zal gaan worden naar inschrijvingen op projecten die daadwerkelijk interessant zijn of iets op kunnen leveren, waarbij beter gekeken wordt naar de mogelijkheden die Grontmij Maunsell als bedrijf heeft. Natuurlijk is het soms belangrijk om een bepaald project ten koste van alles binnen te krijgen met het oog op zaken als imago (het 'CV' van het bedrijf) en certificering, maar er dient kritisch omgesprongen te worden met deze zaken en motivaties voor beslissingen zijn onontbeerlijk voor de inzet op de werkvloer.

6.1.1.2 Kennisbasis

De kennisbasis binnen de afdeling als geheel is - zoals in het voorgaande beschreven - momenteel onvoldoende, uitgaande van een kwaliteitseis gerelateerd aan interne mogelijkheden. Er is slechts een persoon op de afdeling aanwezig die goed is in het opstellen van offertes; kennis die niet actief verspreid wordt door middel van training of 'meekijken'. Controle is daarmee ook niet mogelijk. Het gebrek aan kennis en kunde komt echter vaker voor, niet alleen in de acquisitiefase. Het is vaak niet mogelijk om taken te delegeren, ook al zou men dat willen, omdat medewerkers gewoon niet voldoende onderlegd zijn. Training zou daarin uitkomst bieden, maar daar is geen tijd voor of wordt geen tijd voor genomen.

Informatieflow vanuit de werkvloer als input voor de acquisitiefase is er wel, maar wordt niet in alle gevallen ook daadwerkelijk gebruikt. Er is een voorbeeld bekend van een project wat door de verantwoordelijke uitvoerend manager niet gewenst was, maar waar toch op ingeschreven is. Achteraf bleek het project een enorme (weliswaar door de opdrachtgever betaalde) strop vanwege een veelvoud aan onvoorziene problemen. Kennis op de werkvloer blijkt dus onontbeerlijk bij ten eerste het inschrijven zelf (willen wij dit wel?) en ten tweede bij het opmaken van de offerte (klopt deze raming wel?). Het ongewenste project kwam uiteindelijk zes maal duurder uit dan oorspronkelijk was aangenomen. Duidelijk is dan overigens ook dat integratie van kennisbronnen een knelpunt is voor de afdeling beveiliging en de overkoepelende directie van Rail.

6.1.1.3 Regels

In de acquisitiefase zijn, naast de impliciete regels die zich in de gedachtepatronen bevinden, geen regels vastgelegd. Op praktisch ieder mogelijk project wordt ingeschreven, teneinde zoveel mogelijk werk binnen te halen, zodat de railafdeling van Grontmij steeds meer werkervaring krijgt, maar ook om ervoor te zorgen dat dure, contractgebonden medewerkers nooit zonder werk zitten. Regels in deze fase beperken zich tot het voorschrijven van wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de inschrijving en offerte. Uiteraard worden er eisen gesteld aan de offerte en inschrijving vanuit ProRail, die intern overgenomen worden. Op het gebied van regels is de beoordeling dus neutraal.

6.1.1.4 Structuur en Orde

Inmiddels is duidelijk geworden dat de structuur van deze fase bestaat uit een inschatting maken van interne capaciteit, het maken van een offerte en met deze offerte als basis inschrijven, kijkend naar de markt. Er is geen vastgelegde structuur voor het tot stand komen van een offerte. Orde is er in die zin dat er een persoon verantwoordelijk is voor de totstandkoming en bij problemen dus meteen duidelijk is wie hierop aangekeken moet worden. Overigens is het van belang aan te geven dat het maken van een offerte slechts een deel is van de acquisitiefase: de beslissing om in te schrijven op een bepaald project ligt niet bij die persoon, maar bij de directie. Structuur en regels voor hun beslissingen zijn er, voor zover onderzocht, niet of nauwelijks. Het ontwikkelen van een visie die keuzes kan ondersteunen zou geen overbodige luxe zijn.

6.1.1.5 Notatie

De notatie van 'ontwerpkeuzes' in de acquisitiefase is in feite niet bestaand, voornamelijk ook omdat deze fase niet officieel tot de RVOI werkindeling hoort: om deze reden is deze fase genoemd. Wanneer in een volgend project voor keuzes gestaan wordt kan niet nagegaan worden hoe beslissingen in voorgaande acquisities verlopen zijn: er is, voor zover onderzocht, geen sprake van algemeen toegankelijke formele documenten op dit gebied. Het gebied aanbeveling, zoals in de voorgaande sectie genoemd is, een formele visie en keuzevorm vast te leggen, zodat duidelijk is waar men aan toe is en beslissingen gemaakt kunnen worden met een steun in de rug. Belangrijk hierbij is dan ook een goede documentatie van de evaluatie die plaats vindt bij het mislopen van een offerte. Tevens dient vastgelegd te worden op basis van welke gegevens en criteria een offerte samengesteld wordt, waarbij een discussie met de mensen die het project uit zouden voeren mogelijk wordt en belangrijke input kan geven. Resultaten van een dergelijk overleg dienen vastgelegd te worden. Wel is een document bij de raming opgenomen waarin uitgangspunten geformuleerd zijn.

6.1.1.6 Algemene opmerkingen en Conclusie

De beheersing binnen de acquisitiefase is op vele punten voor verbetering vatbaar.

Over de acquisitiefase kan gesteld worden dat allereerst een mindswitch gemaakt moet worden: het uitgangspunt voor projectinschrijvingen ligt te zeer richting het verkrijgen van een opdracht ten opzichte van het in staat zijn om een bepaalde opdracht uit te voeren voor de prijs van de concurrent. Wanneer men meer gaat kijken naar de eisen die een bepaald project stelt aan de interne capaciteit is daarmee meer controle en integratie gewenst, op een formele wijze en daarmee op meerdere niveaus in de hiërarchie. Er is te weinig personeel dat in staat is een offerte te produceren en er bestaan geen regels voor beslissingen omtrent wel of niet inschrijven. Het mag niet voorkomen dat een opdracht aangenomen wordt terwijl de relevante kennisbasis (werknemers) aangeeft dat het project ongewenst is om uiteenlopende redenen.

De review dient niet slechts uitgevoerd te worden wanneer een offerte niet gegund wordt, maar ook wanneer het wel gegund wordt, teneinde overwegingen vast te leggen om in een later stadium terug te kunnen lezen waar bepaalde aspecten vandaan komen. Werknemers hebben in de interviews aangegeven dat er in de acquisitiefase al verkennend onderzoek verricht moet worden naar de haalbaarheid of uitvoerbaarheid van een project (ook in relatie tot het financiële aspect). Een basaal plan van aanpak (planning en organisatie) zou nu al gevormd moeten worden om te kunnen beoordelen of een project realistisch is voor de afdeling beveiliging.

Samengevat komen de knelpunten op het volgende neer:

- Inschrijving geschiedt te weinig naar interne mogelijkheden
- Beslissingskader, –regels en –visie zijn niet vastgelegd
- Slechts een persoon is verantwoordelijk voor het maken van offertes met als gevolg een te lage kennisbasis bij het overige personeel
- Offertes zijn niet voldoende transparant
- Medewerkers hebben geen of weinig zeggenschap op het gebied van inschrijving
- Review wordt slechts toegepast bij het mislopen van offertes
- In de acquisitiefase wordt nog geen (onderzoek naar) planning en organisatie gedaan

6.1.2 Fase1, Onderzoek (intern)

Over de rol van de onderzoeksfase bestaat nog enige onduidelijkheid. In de procesdocumentatie is deze fase opgenomen, maar in de RVOI heeft de fase meer de betekenis van een variantenonderzoek dat over het algemeen al uitgevoerd wordt binnen ProRail. Naast dat primaire variantenonderzoek is er echter ook nog een onderzoek naar oplossingsmogelijkheden, dat zich voornamelijk toespitst op het definiëren van de spelingsruimte die ProRail in de eisenspecificatie overlaat. Ook onder deze fase valt het formuleren van een Plan van Aanpak (hierna: PvA) waarin zaken als een kostenraming en werkplanning opgenomen zijn. Het PvA is een zeer belangrijk document, aangezien daarin wordt aangegeven welke dingen gedaan moeten worden onder welke randvoorwaarden, wanneer ze gedaan moeten worden en hoe. Een probleem dat zich nogal eens voordoet is dat het PvA gemaakt wordt (of eigenlijk: definitief wordt) voordat er

onderzoek gedaan wordt naar oplossingsmogelijkheden en er een werkplanning en kostenraming opgesteld is. Op die manier heeft het PvA geen solide basis en heeft het meer het karakter van een globale werksturing. Omdat het PvA eigenlijk een middel moet zijn waarop teruggevallen kan worden als een leidraad, ondermijnt deze werkwijze de efficiënte en daarmee (aan tijd gerelateerde) kwalitatief sterke uitvoering van een project.

Het Plan van Aanpak is voornamelijk een organisatietechnisch document, vandaar ook dat in tabel 5 voor dit aspect aangegeven is dat er een methode toegepast wordt. Het is echter nog niet helemaal duidelijk hoe de planning zich verhoudt tot het PvA: in feite zouden dit twee handen op een buik moeten zijn. Voor zover onderzocht lijken ze momenteel echter los van elkaar te staan. Er wordt dus wel aan planning gedaan, maar dit betreft de algemene planning die in praktisch alle fasen wordt toegepast. Controlemechanismen zijn er in principe wel, in de vorm van reflectie en overleg, vooral ook omdat deze fase de voorbereidende fase is voor het Railverkeerstechnisch ontwerp. Die overleggen hebben echter geen officiële status. Daarnaast zijn er ook geen formele controleslagen op de output van deze procesfase. Op het gebied van integratie worden er activiteiten uitgevoerd, aangezien het integreren van afzonderlijke onderdelen inherent is aan het onderzoeken van oplossingsruimte en –mogelijkheden. Sturing blijft daarbij echter achter: zoals gezegd zijn er momenten van reflectie, maar er wordt niet bewust ingezet vanuit het management op een gezamenlijke begripsvorming voor iedereen die aan het project mee zal werken: een startoverleg voor iedereen ontbreekt, er wordt slechts overlegd in het management onderling. Sturing vanuit het management is in deze fase niet goed zichtbaar.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase1: Onderzoek	✓	✓	✓	✗	✓

Tabel 9: Toepassing methoden in de Onderzoeksfase

6.1.2.1 Gedachtepatronen

Het lijkt erop dat er een gedachtepatroon bestaat waarbij men graag 'over wil gaan tot actie' in plaats van 'veel te veel tijd besteden aan voorbereiden'. In principe is de gedachte goed achter het uitvoeren van onderzoek naar mogelijkheden, werkplanning en kosten, evenals het gebruik van een PvA. De enige aanmerking is dus een te geringe focus op de kwaliteit van dit document, zodat de status ervan ondermijnd wordt. Een ander voorbeeld van dit gedachtepatroon is dat er bij binnenkomst van een opdracht alvast enkele zaken in gang gezet worden door een leidinggevende, waarna later pas een PE op het project gezet wordt. De overdracht van deze zaken zorgt weer voor een overhead, die de besparing in tijd deels weer teniet doet.

6.1.2.2 Kennisbasis

Binnen Grontmij is in principe voldoende kennis aanwezig om deze fase goed uit te voeren. Het probleem in deze karakteristiek bevindt zich dan ook vooral op het gebied van de timing van informatie: bepaalde zaken zijn nog niet bekend, op het moment dat zij dat zouden moeten zijn gezien de zaken die uitgevoerd worden. Een onjuiste volgorde van uitvoering duidt op een gebrek aan projectspecifieke kennis.

6.1.2.3 Regels

De vorm van de procesfase onderzoek lijkt vrij arbitrair. Er zijn geen vaste regels voor het uitvoeren van onderzoek naar de mogelijkheden van een project. Enkele uit te voeren zaken zijn afgebakend, gezien de notatie van de taken die uitgevoerd moeten in het procesoverzicht, maar van standaardisatie daarbinnen is geen sprake. Op zich is dat ook niet zo vreemd: in deze fase van het projectontwerp is nog weinig bekend over het project, zodat er zo min mogelijk restricties moeten zijn teneinde geen mindlock in de hand te werken. Wel moeten er duidelijke regels zijn om het creatieve proces te begeleiden, evenals voor de productie van PvA en reflectie.

6.1.2.4 Structuur en Orde

Structuurmatig is er de volgorde van activiteiten: er dient duidelijker en strakker met gateways gewerkt te worden, terwijl ook te weinig overleg is over de invulling van projecten. Verder gebiedt het aanbeveling om de onderzoeksfase meer aan de acquisitiefase te koppelen, aangezien de geboden offerte zoals in voorgaand hoofdstuk besproken is, stevig gebaseerd moet zijn

op intern onderzoek, onder andere op het gebied van werkplanning en kostenraming. De acquisitiefase dient dan ook een basaal PvA tot gevolg te hebben, waarin mogelijkheden aan doelstellingen gekoppeld worden en de koppeling tussen planning en offerte duidelijk wordt.

Wanneer de opdracht gegund is, is meer zekerheid gekomen, onder andere uit gesprekken met de opdrachtgever. In deze fase kunnen verkenning, werkplanning en kostenraming uitgebouwd en verder gespecificeerd worden, met een uitgebreider PvA tot gevolg.

Een derde punt is de vrijblijvendheid van reflectie in het ontwikkelproces: deze wordt momenteel eigenlijk alleen in deze en in de volgende fase (RVTO) consequent toegepast, waarbij afspraken ook genoteerd worden. De opdracht hiertoe vanuit het management is verstrekt via email, maar heeft door de keuze van het medium een weinig dwingend karakter.

6.1.2.5 *Notatie*

Zoals al aangestipt werd bij eerdere criteria, is van notatie weinig sprake. Reflectie is niet formeel voorgeschreven (alhoewel wel uitgevoerd), omdat een email waarin dit verordonneerd wordt weliswaar een goede stap vooruit is, maar tot niet onomwonden status kan leiden. Richtlijnen omtrent de notatie van ontwerpkeuzes en -conclusies zijn er niet, terwijl het van belang kan zijn in latere ontwerpstadia terug te kunnen kijken in het proces om uit te vinden waarom een bepaalde richting gekozen is. Een keuze dient te allen tijde gebaseerd te zijn op argumenten en het is dan ook van belang om deze redenen te documenteren. Dit geldt ook voor de meest basale afwegingen, aangezien in een complexe omgeving alle aspecten invloed op elkaar kunnen hebben.

Tegelijkertijd dient men uit te kijken dat de notatie geen eigen leven gaat leiden: gedocumenteerde ontwerpargumenten dienen in beginsel slechts ter referentie. Wanneer dit gewenst is kunnen dergelijke documenten echter ook meer de functie van een gateway krijgen, waarbij gemaakte keuzes dus vastgelegd worden als uitgangspunten. Zoals ook al eerder aangestipt kan dit het creatieve proces schaden, zeker in een vroeg stadium als de onderzoeksfase.

6.1.2.6 *Algemene opmerkingen en Conclusie*

De beheersing binnen de onderzoeksfase is op bepaalde punten voor verbetering vatbaar, maar zit in principe goed in elkaar.

De structuur van de fase is het grootste punt van zorg. Het PvA is relatief gezien te zeer een ondergeschoven kindje: meer nadruk moet komen te liggen op begrip van het nut van dit document en de implicaties die fouten hierin hebben voor de rest van het proces. Het PvA is als het ware een materialisatie van het gedachtegoed dat de afdeling heeft over de invulling van het project. Het is daarmee een logisch gevolg van overleg over en onderzoek naar ontwerp mogelijkheden, capaciteit binnen de afdeling en de kosten die uit keuzes voortvloeien. Resultaten van een startoverleg en reflecties dienen hun weg te vinden naar het PvA. Een duidelijke structuur met bijbehorende regulering en controle is hierbij onontbeerlijk, aangezien iedereen in principe liever meteen begint met zagen en timmeren en er dus behoefte is aan duidelijke spelregels.

Samengevat komen de knelpunten op het volgende neer:

- Meer integratie van onderzoeksfase met acquisitiefase
- Het Plan van Aanpak krijgt te weinig aandacht
- De opvolging van de verschillende taken is niet gestructureerd genoeg
- Onderlinge reflecties worden niet actief gestimuleerd
- Er is te weinig documentatie van ontwerpkeuzes

6.1.3 **Fase2a, RVTO**

Direct op de onderzoeksfase volgt het Railverkeerstechnisch ontwerp (hierna: RVTO). In dit ontwerp worden de uitgangspunten, randvoorwaarden andere afspraken omgezet tot een ontwerp van het toe te passen principe (overzichten van baan en emplacement, evenals de seinbeelden). Het lijkt erop dat deze fase de best ontwikkelde en beheerste fase uit het ontwikkelproces is, niet in de laatste plaats omdat er nog een controleslag van ProRail plaatsvindt voor-

dat het RVTO bruikbaar is voor de volgende fase. Aangezien het RVTO toch vrijwel nooit in een keer goedgekeurd wordt door ProRail is hier kwalitatief wat speelruimte. Het verdient wel aanbeveling onderzoek te doen naar de rode draad van dat commentaar, zodat in de toekomst tijdswinst mogelijk wordt. Overigens vindt er voor uitgave naar ProRail nog een interne toets plaats om fouten te vermijden, welke vooral imagotechnisch nuttig is. Fouten in een ontwerp zijn, ook al hebben ze in het vervolgtraject geen gevolgen, een bewijs van onbekwaamheid en daarmee niet bepaald een visitekaartje voor Grontmij Maunsell voor de toekomst.

Gemaakte afspraken onderling worden vastgelegd en er wordt zoveel mogelijk gewerkt met checklisten en actiepuntenlijsten. Integratie vindt plaats doordat in deze fase veel contact met baan/civiel en de opdrachtgever nodig is om goed duidelijk te krijgen welke ontwerp vrijheden er zijn en welke mogelijkheden dat geeft voor efficiënte inrichting van de veiligheidsinstallatie. Met name het contact met de opdrachtgever laat nogal eens te wensen over. Het is in deze fase beter wanneer er al in de acquisitie- en onderzoeksfase contact is geweest over de vormen die het project moet gaan krijgen, zodat hier in de RVTO fase op doorgeborduurd kan worden.

Als een van de weinige fasen binnen het ontwikkelproces wordt in de RVTO fase substantieel gebruikgemaakt van reflectie om de eigen inzichten te complementeren, waarbij de resultaten ook vastgelegd worden. Planningsactiviteiten bestaan uit het verbinden van tijd (deadlines) aan de gebruikte checklisten, wat ook gedaan wordt, alhoewel de centrale planning niet verder gaat dan het toekennen van een bepaalde hoeveelheid tijd voor de ontwikkeling van het RVTO, waarbij de werknemers zelf verder verantwoordelijk zijn voor de onderverdeling van die tijd. Sturing is eigenlijk het enige waar het nog aan ontbreekt. Aan het begin krijgt de RVTO ontwerper de opdracht, een briefing en een aantal ingedeelde uren. Het komt daarna sporadisch voor dat een manager de status van de ontwikkeling komt peilen, zodat er gedurende het project buiten het RVTO team niet echt een beeld is van de (technische) ontwikkelingen en de tijdsbesteding.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase2a: RVTO	✓	✓	✓	✗	✓

Tabel 10: Toepassing methoden in de RVTO-fase

6.1.3.1 Gedachtepatronen

Met de gedachtepatronen die spelen binnen de RVTO fase is niet veel mis, wat geïllustreerd wordt door de pogingen van de mensen die zich daarmee bezighouden om hun werk te structureren en kwaliteit hoog te houden. Ook vanuit de centrale planning wordt veel tijd uitgetrokken om het RVTO goed te krijgen, alhoewel er weinig specificatie in de geboden tijd is vanuit de planning. Men blijkt er dus van overtuigd te zijn dat het sturen en controleren van de (eigen) werkzaamheden belangrijk is om kwaliteit te leveren. De enige kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat het initiatief voornamelijk bij de groep zelf ligt. Afgezien van de email die het gebruik van reflectie verordonneert is er weinig tot geen initiatief vanuit het management om het ontwikkelproces te beheren.

6.1.3.2 Kennisbasis

De kennis binnen de RVTO groep is momenteel net voldoende om projecten goed af te sluiten, alhoewel nog steeds fouten voor blijken te komen. Het grootste punt van zorg is dat er amper ruimte (tijd) is voor training van medewerkers, zodat er maar een persoon is die echt ervaren en kundig is op dit gebied. Wat ontbreekt is dus een breed gedragen kennisbasis binnen de afdeling, wat voor problemen zorgt wanneer de ene persoon die wel kundig genoeg is met pensioen gaat of eens een week ziek is. Vergelijk het met een smalle voetbalselectie: wanneer de spits geblesseerd raakt moet er voldoende kwaliteit op de bank zitten om hem te vervangen. Een wedstrijd kan niet uitgesteld worden omdat er een speler ziek is, de reservespelers zullen zijn vertrek moeten kunnen opvangen.

6.1.3.3 Regels

De regels die gelden voor de RVTO fase hebben vooral betrekking op de inhoud, in de vorm van rijen aan voorschriften en regels vanuit ProRail. Het succesvol werken met deze regels vergt ervaring, die zoals gezegd maar beperkt aanwezig is binnen de afdeling beveiliging. Pro-

cesmatig gezien hebben de regels meer het karakter van aanbevelingen via mondelinge overdracht of via email, waarbij het effect het midden houdt tussen een regel en een aanbeveling. De status van regels kan vergeleken worden met de digitale snelheidsaanduiding boven de snelwegen in ons land: nog steeds is niet iedereen er zeker van of dit nu een adviessnelheid of een verplichting is.

6.1.3.4 *Structuur en Orde*

Door het gebruik van checklisten wordt getracht structuur aan te brengen in de eigen werkzaamheden. Alhoewel dit een zeer goede manier van werken is, hebben de checklisten meer het karakter van een geheugensteuntje voor degene die ze maakt dan dat ze algemeen inzetbaar zijn. De huidige structuur is dus niet zozeer ontwikkeld door het team, maar meer een weerspiegeling van ontwerpstappen zoals iemand die zou ondernemen. Ze zijn niet geratificeerd en kunnen dus qua standaardisatie niet per definitie bruikbaar zijn. Het personeel dat een RVTO kan ontwerpen heeft kennis en kunde genoeg, maar door het ontbreken van een echte ontwerpstructuur is er soms nog wel eens sprake van een chaotische ontwikkeling. Er zou getracht moeten worden de persoonlijke checklisten verder te ontwikkelen tot een complete ontwerpstructuur, die dienst kan doen als een steun in de rug bij complexe en tijdsarme projecten. Op die wijze kan ook beter gecontroleerd worden wat de ontwerpstatus is, zowel door de ontwerpers zelf als door de manager die het proces aanstuurt. Er is momenteel zeker op dat laatste vlak nog te weinig controle over de werkzaamheden: een dergelijke ontleding in subtaken zorgt ook voor verder ontwikkelde planningsmogelijkheden.

6.1.3.5 *Notatie*

Ook wat notatie betreft komt de RVTO fase relatief goed naar voren; er is een document geschreven waarin de RVTO fase zoals Grontmij Maunsell deze uitvoert. Daarnaast worden onderling gemaakte afspraken op papier vastgelegd. Het probleem bevindt zich dan ook op het vlak van de formaliteit: het RVTO document bevindt zich nog in de conceptfase en de gemaakte afspraken hebben slechts onderling status. Het gevolg van het eerste is dat niemand met zekerheid kan stellen dat het document correct is en als handleiding of ruggensteun gebruikt kan worden; het gevolg van het tweede is dat uitvoering van de documentatie afhankelijk is van de 'grillen' van de ontwerpgroep. Het is dus belangrijk documentatie te ratificeren en ontwikkelingen op de werkvloer te ondersteunen met het officieel vastleggen van werkprocedures en ontwerpkeuzes. Nu is er nog teveel vrijblijvendheid in werkmethode, uiteraard wel binnen de grenzen die ProRail voor de RVTO stelt.

6.1.3.6 *Algemene opmerkingen en Conclusie*

De beheersing van de RVTO fase is in orde, enkele zaken zijn nog voor verbetering vatbaar.

De problemen die zich voordoen hebben vooral betrekken op formaliteit, structuur en controle. Procesdocumenten bevinden zich (al heel lang) in conceptfase zodat de toepassing ervan beperkt is. Initiatieven die toegepast worden door de RVTO groep, zoals werkstructurering en reflectie worden weliswaar toegejuicht door het management, maar niet formeel vastgelegd. Er ligt hier een grote kans om de huidige beperkte hoeveelheid procesdocumentatie uit te breiden.

Samengevat komen de knelpunten op het volgende neer:

- Procesdocumenten bevinden zich nog steeds in conceptfase
- Checklisten zijn slechts persoonlijk en hebben meer de vorm van een boodschappenlijstje
- Er is geen overzicht vanuit de sturende functies over de (technische) status van het project
- Te weinig personeel heeft voldoende kennis en kunde om problemen bij inzetbaarheid te kunnen opvangen. Dit is deels niet durven, deels niet kunnen.
- Er vindt nauwelijks training plaats, voornamelijk door een hoge werkdruk die compleet beslag legt op de senior werknemers.

6.1.4 **Fase2b & 3, Voorbereiding DO en DO**

De V-DO fase is een tussenfase tussen RVTO en DO, en heeft vooral een voorbereidingsfunctie voor het definitief ontwerp. In deze fase worden de ontwerpuitsgangspunten vastgelegd en spoorlay-out en retourverbindingen definitief gemaakt, welke gecollationeerd worden en als ba-

sis gaan dienen voor het gedetailleerde ontwerp van de beveiligingsinstallatie in de volgende fase (DO). Omdat deze fase relatief weinig omvat is de structuur vrij duidelijk, terwijl hetzelfde geldt voor de DO-fase. In het normale procesverloop is dit de eerste procesfase waar een Project Engineer de leiding krijgt over het project. Hij stuurt mensen aan op taken met de daarbij horende tijd en voert zelf ook de nodige ontweptaken uit. De centrale planning geeft de PE aan welke mensen hij kan inzetten voor taken binnen het project, waarna hij voor zichzelf een planning maakt wie wanneer welke taak doet, wanneer deze af moet zijn en hoeveel uren deze persoon daar dan voor krijgt. Omdat de inzet van medewerkers door tijds- en capaciteitsdruk zowel in tijd als in spreiding zeer sterk kan fluctueren heeft de PE echter geen controle over de daadwerkelijke besteding van die uren. Sturing wordt dan ook bemoeilijkt omdat het houden van overzicht in die situatie nogal behelpen is. Organisatietechnisch wordt er gebruik gemaakt van actiepuntenlijsten, die onder tijdsdruk zo nu en dan echter niet geheel up-to-date blijven.

Controle op kwaliteit wordt gedaan door collationering van de ontwerpen, terwijl uitgangspunten voor het ontwerp (staat van aanwijzing) door middel van een review gecontroleerd worden. Deze review wordt uitgevoerd door een senior technicus. Helaas blijken de collationeringen niet altijd perfect te gaan, vermoedelijk vooral door het ontbreken van een gestandaardiseerde werkwijze maar ook door de combinatie met tijdsdruk. De review is daarnaast pas sinds enkele weken in gebruik en is daardoor weliswaar in de procesdocumentatie opgenomen, maar nog niet voor iedereen vanzelfsprekend geworden. Wat sturing betreft wordt eens in de week werkoverleg gehouden, waarbij de Project Engineer, Team- en Projectleider aanwezig zijn. Deze overleggen hebben niet meer om het lijf dan een update van de huidige status van het project: welke taken worden er momenteel uitgevoerd en welke moeten nog gedaan worden. Er is te weinig sprake van technisch contact tussen management en personeel, wat ervoor zou zorgen dat er ook bij de leidinggevende functies meer kennis is over waar het project op dat moment staat. De werkoverleggen zijn in principe een goede wijze van organiseren, controleren en sturen, maar hebben gezien de problemen te weinig inhoud. Problemen worden niet tijdig gesignaleerd, waardoor mensen in sommige gevallen wellicht te lang doorgaan met een aanpak die niet werkt. Kort gezegd moet het werkoverleg meer het karakter van reflectie krijgen. Sturing wordt dus toegepast maar is niet van dusdanige kwaliteit dat het beoogde effect ervan bereikt wordt.

Integratie ten slotte speelt alleen in de V-DO fase een rol, aangezien zaken als uitgangspunten, overzicht baan/emplacment en retourverbindingen een grote interface heeft met de afdeling baan/civiel. Voor de DO fase zijn dergelijke aspecten al vastgelegd, zodat integratie daar niet van toepassing is. Uit gesprekken met medewerkers is naar voren gekomen dat er veel vaker dan gewenst problemen zijn in de communicatie tussen baan/civiele en beveiliging, voornamelijk ingegeven door een gebrek aan kennis van elkaars werkvlak. Het komt vaak genoeg voor dat een project dat vanuit baan/civiel loopt zowel qua tijd als qua kosten te weinig ruimte overlaat voor de ontwikkeling van de beveiligingssysteem. Er worden geen methoden toegepast om de integratie van de twee werkvelden soepeler te laten verlopen.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase2b: V-DO	✓	✓	✓	✗	✗

Tabel 11: Toepassing methoden in de V-DO fase

6.1.4.1 Gedachtepatronen

Een van de gedachtepatronen waar commentaar op geleverd kan worden is de keuze om voor her-collationering dezelfde persoon in te zetten als voor de oorspronkelijke collationering. Het idee is dat daardoor efficiënter gewerkt kan worden, omdat de controle slechts betrekking heeft op de wijzigingen en er dus niet dubbel gewerkt wordt. Deze redenering houdt echter alleen stand wanneer er zeker van gewezen kan worden dat de oorspronkelijke collationering geen fouten over het hoofd heeft gezien. Zoals gezegd is dat helaas niet altijd het geval gebleken. In een situatie waarin het werk zich opstapelt en vrijwel iedere taak in haast uitgevoerd moet worden is prevalentie van efficiëntie boven effectiviteit geen goede keuze, als kwaliteit geboden is. Wanneer een ander persoon de her-collationering voor zijn rekening zal nemen vindt een nieuwe controle plaats die wellicht andere fouten of aspecten aan het licht brengt. Aangezien niet iedereen het met elkaar eens hoeft te zijn over een bepaalde oplossing zal dit tot discussie

kunnen leiden tussen beide collers, wat een kwalitatief hoogwaardiger product tot gevolg heeft. Hierbij wordt verwezen naar de gedachte achter toepassing van Reflectie. Uiteraard is het daarbij belangrijk vast te leggen wat de uitkomsten zijn, zodat naderhand nagegaan kan worden waarom bepaalde keuzes gemaakt zijn.

6.1.4.2 Kennisbasis

De kennisbasis binnen het ontwerpproces is voor de technische ontwerptaken hoog: hier bevindt zich geen knelpunt. Wel is het zo dat er in de controle van ontwerpen vaak nog fouten gemaakt worden. Een foutloos ontwerp komt vrijwel nooit voor (tenzij van zeer kleine grootte), maar een foutloze collationering is een absolute vereiste. De gemaakte fouten lijken hun oorsprong echter vooral te vinden in de chaotische wijze van werken binnen de afdeling: mensen die zeer ervaren zijn in het collationeren hebben te veel andere zaken aan hun hoofd, waardoor er geen tijd genomen kan worden om een collationering in alle rust te voltooien. Planningen geven slechts een begin en eindtijd aan, terwijl er geen gestandaardiseerde procesondersteunende methoden zijn, afgezien van individuele initiatieven. De technische kennis en kunde is er dus wel, maar de omstandigheden zorgen ervoor dat deze niet voldoende benut kunnen worden.

Een andere soort van kennis is de informatie over het project zelf. Veelal zijn de eisen en vooral uitgangspunten van een project onduidelijk, waardoor veel tijd verloren gaat aan communiceren over waar de opdrachtgever heen wil. Het betreft echter niet alleen uitgangspunten vanuit de opdrachtgever: ook intern is vaak niet helemaal duidelijk wat anderen precies bedoelen. Door het gebrek aan duidelijke standaardisatie op sommige vlakken heeft iedereen een eigen manier van werken en van 'duidelijkheid' verschaffen. Het gevolg is dat kostbare tijd verloren gaat.

6.1.4.3 Regels

De enige regels die betrekking hebben op de ontwikkelingen binnen de V-DO en DO fase hebben betrekking op de controlepunten: na iedere ontwerpactie dient een protocolformulier ingevuld te worden, waarna er gecollationeerd (of gereviewd, in het geval van de SvA en materialen), wat ook weer een protocolformulier oplevert. Deze regels zijn duidelijk en iedereen is ervan op de hoogte. Helaas is het door de tijdsdruk voorgekomen dat mensen zich niets van deze regels aangetrokken hebben en bijvoorbeeld geen her-collationering is geweest, terwijl een ontwerp nog fouten bevatte. Ondanks dat de werknemers zeggen op de hoogte te zijn van hoe alles werkt, is het opmerkelijk dat er geen handleidingen zijn bij de verschillende formulieren en processchema's. Men zou verwachten dat een formulier, dat slechts trefwoorden bevat, een begeleidende tekst heeft waarin doel, vorm en noodzaak belicht worden. Op die manier worden eventuele verschillen in opvatting van de formulieren uitgesloten.

6.1.4.4 Structuur en Orde

De uit te voeren taken zijn over het algemeen duidelijk, moeilijker is het wie waar voor verantwoordelijk is. Doordat de planning uitgaat van wie er tijd heeft in plaats van wie het meest geschikt is voor een taak wisselt de inzet van personeel en is het moeilijk een duidelijke structuur aan te houden. Er kunnen dientengevolge ook geen afspraken vastgelegd worden bij aanvang van het project over wie wat doet en wie waar verantwoordelijk voor is. Nu is het zo dat, afhankelijk van inzetbaarheid, personen en verantwoordelijkheden wisselen. Omwille van de traceerbaarheid van bepaalde acties en meningen is dit een ongewenste situatie. Daarnaast groeit het overzicht van de complete structuur van het project de Project Engineer bij tijd en wijle boven het hoofd: hij dient alle facetten, van management tot engineering, compleet te overzien.

Er wordt, wederom op eigen initiatief, wel gebruik gemaakt van actiepuntenlijsten. Deze worden zoveel mogelijk up to date gehouden, alhoewel dat er door tijdgebrek soms bij in schiet. Actiepuntenlijsten zijn een manier om bij te houden welke taken (nog) gedaan moeten worden en bieden de PE en zijn 'gedelegeerden' op die manier overzicht over de status van het project. Wanneer de actiepunten gekoppeld worden aan gedetailleerde planning kunnen ook problemen in de voortgang tijdig signaleerd worden.

6.1.4.5 Notatie

Wat notatie betreft is het wederom de procesdocumentatie die ontbreekt. Er wordt momenteel wel aan gewerkt op papier enige standaardisatie in het proces te krijgen, maar dat staat nog in

de kinderschoenen. Actiepuntenlijsten kunnen onder notatie gerekend worden en zijn een goede manier om op papier te hebben waar de tijd heen gaat. Een belangrijke vorm van kwaliteitscontrole is de toepassing van protocollen, niet alleen in deze fase, maar ook in andere fasen waar een collationering uitgevoerd wordt. Het formulier geeft aan welke status een bepaalde actie heeft en wat er nog gedaan moet worden. Wanneer de formulieren correct ingevuld en goed beheerd worden door degene die de ontwikkeling controleert, geeft dit een zeer bruikbaar gereedschap om de kwaliteit te beheersen. Iedere werknemer kent het protocolformulier en weet hoe het te gebruiken. Problematisch is echter het beheer van de protocollen, wat het gebruik van de formulieren als gateway ondermijnt. Pas wanneer een protocolformulier een definitieve status aangeeft mag het ontwerp doorgegeven worden naar de opdrachtgever of een volgende fase. Problematisch is echter dat er geen centrale persoon is die de protocolformulieren beheert, terwijl hun nut als gateway met name in het beheer van de status van een project niet te ontkennen is. De formulieren worden momenteel alleen per project toegevoegd, zodat het beheer blijft bij degene die ze ingevuld heeft, in plaats van een onafhankelijke persoon die hun waarde als controle-instrument beter zou kunnen waarborgen. Het potentieel van het protocolformulier als harde controlemaatregel komt op dit moment dus nog niet volledig naar buiten.

Op de werkvloer vallen daarnaast onderling vaak vragen te horen die betrekking hebben op een bepaalde werkwijze, of anders gezegd manieren om ontwerpkeuzes en andere bijzonderheden aan te geven. Wanneer dit duidelijk op papier zou staan waren deze vragen niet nodig geweest: te veel tijd gaat verloren met het onderling informeren naar bedoelingen, waar nog bijkomt dat het antwoord op deze vragen niet vastgelegd wordt zodat dezelfde vraag keer op keer opnieuw gesteld moet worden. Een bijgevoegde specificatie of goede notatie van vraag en antwoord zou veel onduidelijkheid weg kunnen nemen, zodat men alle tijd kan inzetten voor de relevante taak.

6.1.4.6 *Algemene opmerkingen en Conclusie*

De beheersing van de hoofdontwerpfasen is vooral in de structuur (standaardisatie en notatie) voor verbetering vatbaar.

Er bestaat documentatie over hoe het ontwerpproces ingedeeld is, in de vorm van processchema's, die voor het grootste deel ook geratificeerd zijn. Documentatie zoals deze voor de RVTO fase bestaat (althoewel nog in conceptfase) is er echter niet voor deze fase. Dit werkt nadelig op het gebied van standaardisatie: personeel heeft vaak net een andere wijze van werken, zodat er tijd verloren gaat bij het interpreteren van andermans werkwijze.

Planning is door de tijds- en functiedruk op de afdeling een heikel punt, de PE is door het grote bereik van zijn functie niet goed in staat overzicht te houden over de complete structuur van zijn project. In combinatie daarmee heerst er onduidelijkheid over de taakverdelingen: het is niet duidelijk welke taken de PL toekomen en welke de PE. Een voorbeeld hiervan is dat volgens de PE de verantwoordelijkheid voor het beheer van de protocolformulieren bij de PL ligt, terwijl de PL zelf aangeeft dat dit niet het geval is. Verder komen we in deze fase wederom het gebrek aan formele vastlegging tegen: eigen initiatieven worden toegejuicht, maar krijgen geen officiële ondersteuning. Er zou meer gedaan moeten worden om initiatieven van de werkvloer op te vangen en formeel vast te leggen, op een plaats die voor iedereen toegankelijk is.

Samengevat komen de knelpunten op het volgende neer:

- Geen uitgebreide procesdocumentatie
- Taakverdeling PL/PE is onduidelijk
- Er is onvoldoende standaardisatie in het werk
- De verantwoordelijkheid van de PE is te wijd om echt goed overzicht te houden
- Door tijdsgebrek is de PE niet goed in staat om controle te houden over de projectstatus
- Controleslagen worden steeds door dezelfde persoon uitgevoerd

6.1.5 **Fase4, Bestek**

De bestekfase is een gecombineerde engineering- en managementfase, bestaande uit werkoverzicht (calculatie uitvoering, kostenraming, verwervingsbegroting en omschrijving van uit te voeren taken), een administratief kader (voorwaarden, regelgeving, afspraken en uitgangspunten).

ten) en in sommige gevallen een uitvoeringsplan (plan van aanpak voor de uitvoering). Ook is er sprake van controle ter plaatse. De fase kan gezien worden als een voorbereiding van de aanbesteding en gunning, welke als het ware een acquisitiefase voor aannemers is. De bestek-fase is in zijn aard al minder gestructureerd dan de voorgaande fases; de taken zijn vrijwel allemaal van een managementtechnisch karakter, alhoewel zaken als kostencalculaties berusten op technische gegevens. Planningtechnisch zijn er geen noemenswaardige aspecten, alhoewel er rekening gehouden dient te worden met eisen van opdrachtgevers in planningen. Er dient dus goed contact te zijn tussen de projectleider en de planner, zodat de planning overeenkomt met de eisen van de opdrachtgever, waar die informatie weer goed doorgegeven moet worden naar de PE, die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van het bestek. Momenteel is dat beide nog niet altijd het geval.

Op integratie is verder weinig aan te merken; dit is niet relevant voor deze fase aangezien er door de smalle vorm van de fase weinig interfaces zijn. Wel is het zo dat de kostenraming door een andere persoon uitgevoerd wordt dan het bijbehorende bestek, een interface die goed moet functioneren. Maar omdat deze interface eigenlijk niet zou mogen bestaan anders dan als een normale delegatie (degene die het bestek opstelt moet ook in staat kunnen zijn een raming te maken), is in Tabel 11 weergegeven dat Integratie niet van toepassing is. Op het gebied van controle is te weinig geregeld: de gemaakte producten worden momenteel, volgens de procesdocumentatie, niet gecontroleerd. In principe zou hier volgens nieuwe maatstaven de reviewprocedure ingezet moeten worden. Onduidelijk is echter wie verantwoordelijk is voor de review, welke criteria gehanteerd worden en waar de gateways zitten. Ten slotte gaat het hier om producten die hun weg naar externe bedrijven vinden. De organisatie van de werkzaamheden in de besteksfase is dan ook onduidelijk en lijkt niet voldoende vastgelegd te zijn. De taken in deze fase worden door leidinggevenden (voornamelijk PL) zelf uitgevoerd, sturing van hoger management (teamleider en groepsleider) is echter onduidelijk. De noodzaak voor sturing is door de aard van de fase echter te betwijfelen, zodat voor een streepje gekozen is in Tabel 11.

Een essentieel deel van deze fase is het vastleggen van afspraken over de uitvoering van de projecten, waaronder zaken als verantwoordelijkheden. De van toepassing zijnde regelgeving wordt vermeld, evenals de voorwaarden voor de uitvoering van het ontwerp. Een controleslag dient hier expliciet vermeld te worden: een technisch-inhoudelijke controleslag voor regelgeving en een bedrijfsmatig/juridische controleslag voor uitvoeringsafspraken. Dat dit in het verleden niet altijd (goed) gegaan is wordt geïllustreerd door de problemen rondom Almelo Verdiept.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase4: Bestek	✓	✗	✗	-	-

Tabel 12: Toepassing methoden in de Bestekfase

6.1.5.1 Gedachtepatronen

Op dit gebied zijn vooral slagen te maken op het gebied van doortastendheid. In verschillende projecten zijn tot nu toe te weinig zaken van tevoren vastgelegd, zodat uiteindelijk niet duidelijk was wie verantwoordelijk was voor de zaken die mis gingen. Voor Grontmij Maunsell is het van belang meer aandacht te besteden aan de aansprakelijkheidsrisico's die voortkomen uit de klaarblijkelijk zachte opstelling jegens de aannemer waaraan gegund wordt. Grontmij Maunsell is als ingenieursbureau de expert en dient zich dus ook zo op te stellen. Wanneer de expert ergens zeker van is, dan dient hij daar ook voor te staan.

6.1.5.2 Kennisbasis

Met de kennisbasis lijkt niet veel mis te zijn. De mensen die de taken in deze fase uitvoeren hebben verstand van zaken, alhoewel er soms nog wel fouten gemaakt worden. Met de inzet van de reviewprocedure (met reviewformulier) is de verwachting dat deze fouten tot nul gereduceerd zouden kunnen worden. Tijdsdruk blijft echter een rol spelen. De kostenraming wordt daarnaast, net als de offerte in de acquisitiefase, maar door één persoon uitgevoerd. Het gevolg is dat wanneer deze persoon ziek wordt, of anderszins zijn taken niet meer uit kan voeren, er geen financiële rapportdelen meer ontwikkeld kunnen worden en de kennisbasis dus te smal is.

6.1.5.3 *Regels*

Voor de uitvoering van de bestekfase zijn niet zozeer regels van toepassing, afgezien van de eisen die aan het bestek zijn gesteld door de opdrachtgever, wat er zoal in moet staan en in welke vorm. Intern gezien zijn er te weinig regels die aangeven welke criteria Grontmij Maunsell hanteert voor de totstandkoming van bestekken, en dan met name het administratieve kader.

6.1.5.4 *Structuur en Orde*

Er is sprake van een pakket aan verschillende producten, die relatief klein zijn. Uiteraard is het wel zo dat de verschillende taken enige samenhang kennen, zodat er sprake is van een iteratief proces. Ook vallen controlepunten onder structuur en orde, terwijl er in de procesdocumentatie geen review- of collationeringsmomenten terug te vinden zijn. Toch is sinds enige weken de reviewprocedure ingezet, inclusief formuleren. Structuurmatig is echter onduidelijk wanneer deze reviewmomenten plaats vinden en welke delen van het bestek precies gereviseerd worden, door wie en op grond van welke criteria. Daarnaast is de controle over de uitvoering van de reviewprocedure ook niet duidelijk, terwijl het belangrijk is dat een leidinggevende (de projectleider lijkt hier de aangewezen persoon) overzicht behoudt over de status van de controle. Een tweede probleem betreft de verantwoordelijkheid. De Project Engineer is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van het bestek, maar de kostenraming is de verantwoordelijkheid van de groepsleider, terwijl die niet actief deelgenomen heeft aan de ontwikkeling van het project, zodat hij er geen volledig beeld van kan hebben. Een bijkomend probleem is dat er geen inzicht bestaat in de kostenraming bij anderen: doordat de uitvoering slechts door een persoon plaatsvindt, betreft het een black-box ontwikkeling. Een black-box kan moeilijk beheerst worden, terwijl ook controle ervan eigenlijk niet mogelijk is.

6.1.5.5 *Notatie*

Genoteerd is slechts wat er gedaan moet worden en dat er een reviewprocedure plaatsvindt. Er zijn echter geen beoordelingscriteria opgesteld voor het bestek (afgezien van de eisen die ProRail eraan stelt), evenmin als er vastgelegd is dat er controlepunten moeten zijn en waar deze zitten. Verantwoordelijkheid voor de juistheid van het bestek is niet direct op papier vastgelegd, maar ligt bij de Project Engineer. Beheersingstools als checklisten zijn geen gemeengoed en worden daardoor slechts bij individuele voorkeur gebruikt.

6.1.5.6 *Algemene opmerkingen en Conclusie*

De beheersing van de besteksfase lijkt voor verbetering vatbaar.

Alhoewel zeer duidelijk is wat er in de besteksfase gedaan moet worden en door wie, wat bijdraagt aan een goede overzichtelijkheid, zouden producten die het bedrijf verlaten gecontroleerd moeten worden op juistheid. De vraag is echter wanneer dat gebeurt, door wie en volgens welke criteria. De toegepaste reviewprocedure is een stap in de juiste richting, maar heeft een te algemene vorm om tot waterdichte controle te komen. Een raamwerk voor de controlebezigheden ontbreekt, waardoor afhankelijk van de verstrooidheid van de reviewer zaken vergeten kunnen worden, of verschillend geïnterpreteerd door verschillende reviewers. De controle over de uitvoering van het reviewproces is niet duidelijk, terwijl het essentieel is dat een leidinggevende overzicht behoudt over het vorderen van zowel het ontwerp zelf als de controle ervan: het uitgaande ontwerp moet goed gecontroleerd zijn voordat het zijn weg naar buiten vindt.

Samengevat komen de knelpunten op het volgende neer:

- Er is slechts een persoon verantwoordelijk voor de kostenramingen
- De kostenramingen zijn vanwege hun black-box gehalte niet goed inzichtelijk
- De reviewprocedure biedt geen houvast in de controle: er zijn geen beoordelingscriteria vastgesteld voor het bestek
- Onduidelijk is waar de controlemomenten in het proces gesitueerd zijn
- Onduidelijk is wie de review uit dient te voeren en wie de procedure beheert

6.1.6 **Fase6, Detaillering**

Een nog kalere en daarmee duidelijke fase dan het bestek is de detaillering, welke bestaat uit de creatie van werktekeningen aan de hand van de huidige situatie en de ontwerpsituatie, zodat

de (onder)aannemer de ombouw zonder problemen uit kan voeren. Deze werktekeningen worden vervolgens gecollationeerd. Een direct gevolg van het karakter van deze fase is dan ook dat alle vijf methodecategorieën van zeer eenvoudige aard zijn. Alleen planningtechnisch is het belangrijk een goede onderverdeling van taken te maken, niet alleen qua geheel, maar vooral ook van subtaken. Dit is overigens iets wat eigenlijk voor iedere procesfase geldt: er is alleen een omvattende planning. Gezien de aanwezige kennis binnen Grontmij Maunsell zal het mogelijk zijn een richtlijn op te stellen qua tijdsbesteding voor de verschillende taken, zodat planning niet slechts een omschrijvende, maar ook sturende werking kan hebben. Sturing wordt nu slechts uitgevoerd door de PE. Dit ondanks dat, zoals gezegd, dit door de duidelijke en overzichtelijke structuur van de ontwikkeling geen groot kruis is. Organisatie houdt verband met de duidelijkheid van de wijze waarop het werk gedaan wordt. Een korte blik op de procesdocumentatie leert dat er geen onduidelijkheden over bestaan, afgezien van wie wat doet. Integratie ten slotte heeft hier geen functie, omdat het slechts om 1op1 ontwikkeling gaat: er zijn geen 'nieuwe' creaties, deze volgen direct uit de ontwerpen.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase6: Detaillering	✓	✓	✓	✓	-

Tabel 13: Toepassing methoden Detailleringfase

6.1.6.1 *Gedachtepatronen*

Over de achterliggende gedachtepatronen binnen de detailleringfase kan weinig gezegd worden, aangezien het een fase is zonder toepassing van creativiteit. Het enige dat aangestipt kan worden is dat hoe klein en eenvoudig de fase ook is, fouten in de werktekeningen grote gevolgen hebben voor de uitvoering, zodat met goede concentratie zowel ontwerp als controle tot een foutloos resultaat moet leiden.

6.1.6.2 *Kennisbasis*

De kennisbasis benodigd voor deze fase is miniem, zeker in vergelijking tot de andere procesfasen. De werktekeningen hebben als enige vereiste inzicht in tekeningen en zorgvuldigheid bij het produceren, terwijl de controle een 1op1 collationering is, die weliswaar qua importantie niet onderschat mag worden, maar qua kennisniveau niet veeleisend is.

6.1.6.3 *Regels*

De regels die gelden betreffen de wijze waarop getekend en gecollationeerd moet worden. Er is een manier waarop met tekeningen omgesprongen dient te worden (stempels en handtekeningen) en iedere ontwerp- en controlestap dient te eindigen met een protocolformulier.

6.1.6.4 *Structuur en Orde*

Net zoals in het merendeel van de andere procesfasen wordt in de detailleringfase geen gebruik gemaakt van checklisten om de ontwikkelingen van het proces inzichtelijk te houden. Er is sprake van een toegewezen hoeveelheid tijd, waarbij de indeling daarvan volledig aan degene overgelaten wordt die de productie doet. Het onderverdelen van de ingeplande tijd in subtaken zorgt voor een duidelijkere taakstructuur gerelateerd aan tijd. Wanneer slechts een totale hoeveelheid tijd toegekend wordt voor een totale taak, wordt procrastinatie⁴ in de hand gewerkt.

6.1.6.5 *Notatie*

Er is in deze fase geen sprake van afspraken die gedocumenteerd moeten worden, aangezien er geen bijzondere dingen gebeuren. Wel zijn er eisen aan de tekeningen die ontwikkeld worden, die geformuleerd zijn in normen en voorschriften (ProRail, NEN). Resultaten van ontwerp-stappen en collationeringen zijn opgenomen op Protocolformulieren.

⁴ Het uitstellen van werk (veelal onder prestatie- of tijdsdruk) tot alle buffertijd weg is en tegenslagen het breken van een deadline of lage kwaliteit tot gevolg hebben. Zie ook: <http://www.sas.calpoly.edu/asc/ssl/procrastination.html>

6.1.6.6 Algemene opmerkingen en Conclusie

De beheersing van de detailleringsfase is in orde, op een algemeen kritiekpunt over de planning na. Dit punt van kritiek geldt echter voor alle fasen, niet specifiek voor deze, net zoals eerder beschreven kritiek bij andere fasen vaak ook in andere plaatsvindt of zijn doorwerking kent.

Samengevat komt het enige knelpunt op het volgende neer:

- Sturing middels planning is niet goed mogelijk; een algemeen punt

6.1.7 Fase7b, Indienststelling

De daadwerkelijke indienststelling van een nieuwe of omgebouwde installatie heeft heel wat voeten in de aarde. De consequenties van een slecht voorbereide en/of uitgevoerde indienststelling zijn hevig, zeker op het gebied van de financiën, waarbij een verlating van een paar minuten al in de duizenden euro's schadevergoeding kan lopen. De complexiteit van de indienststelling stelt harde eisen aan planning, organisatie en controle, zodat alles tot in detail voorbereid is. Hiertoe worden voor de uit te voeren zaken in deze fase draaiboeken opgesteld die gecollationeerd of gereviewd worden, afhankelijk van of dit een functietestprogramma of een draaiboek voor gangbaarmaken is.

Planningtechnisch is het dus essentieel dat duidelijk is welke zaken moeten gebeuren, hoeveel tijd daarvoor ingeruimd moet worden en hoeveel speling er is. Een te krappe inschatting zal gevolgen hebben voor de haalbaarheid van de indienststelling, waardoor de eindtijd overschreden wordt en de dienstregeling nog niet hervat kan worden. Randvoorwaarden voor de planning zijn al in de bestekfase vastgelegd met de TVP en TSB. Organisatie is een aspect van de indienststelling dat wel aanwezig is en ook goed uitgevoerd wordt, middels de draaiboeken: vooraf wordt exact vastgelegd wat er gedaan moet worden en hoe, zodat tijdens het gangbaarmaken of de functietest geen tijd verloren gaat. Alles wat gedaan wordt in deze fase is in principe van tevoren bedacht en kan, wanneer het goed wordt uitgevoerd, niet echt tot problemen leiden. Mocht het echter zo zijn dat problemen zich voordoen, is het belangrijk dat in eerdere fasen (voornamelijk de administratieve voorwaarden in de besteksfase) is vastgelegd wie verantwoordelijk is. Het gangbaarmaken speelt hier een sleutelrol in: er wordt nagekeken of alle (nieuwe) apparatuur goed staat en klaar is om de functietest in te gaan. Zo kan het gebeuren dat ergens schakelaars niet goed staan waardoor een hele installatie niet functioneert. Bij het uitvoeren van de functietest kost een dergelijke situatie te veel tijd. Om ervoor te zorgen dat deze werkorganisatie geen fouten bevat worden beide draaiboeken gecontroleerd. Gangbaarmaken door middel van een review, het functietestprogramma door middel van een collationering. Sturing is in deze fase een groot woord, aangezien het er slechts op aankomt dat taken op tijd en met kwaliteit uitgevoerd worden. Op de werkvloer valt het woord 'functietest' regelmatig, in een dusdanige setting dat duidelijk is dat er weliswaar aan gedacht wordt, maar dat de kennis over de status ervan vaak te wensen overlaat. Het ontwikkelen van de draaiboeken is de verantwoordelijkheid van de Project Engineer, zodat deze direct verantwoordelijk is voor de 'sturing'. Meestal worden de draaiboeken dan ook door deze ervaren personen geschreven. Integratie van de verschillende onderdelen in het draaiboek voor gangbaarmaken en functietestprogramma is belangrijk, maar het is onduidelijk of hier specifiek methoden voor toegepast worden. Voor zover onderzocht lijken hier sjablonen voor te zijn.

De organisatie van de ontwikkeling van de draaiboeken voor indienststelling en gangbaarmaken is echter wederom een wijze die voor een ieder individueel is. Er is echter voldoende ervaring met eerdere projecten, zodat duidelijk is welke zaken in de draaiboeken opgenomen moeten worden en of deze derhalve compleet uitgevoerd zijn. Dit heeft onder andere geleid tot (vrij algemene) checklisten voor toepassing bij de collationering.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase7b: Indienststelling	✓	✓	✓	✗	✓

Tabel 14: Toepassing methoden Indienststellingsfase

6.1.7.1 *Gedachtepatronen*

Uit de problemen die zich voorgedaan hebben bij Almelo Verdiept is gebleken dat de verantwoordelijke leidinggevendenden onder druk van de aannemer hebben gestaan bij de indienststelling, om het gangbaarmaken over te slaan en direct over te gaan op functietesten. Achteraf bleek dat een catastrofale beslissing te zijn geweest, omdat er teveel niet in orde was met de installatie. De reden dat dit voorval onder gedachtepatronen valt is om dezelfde reden als bij de besteksfase: het gaat om een mentaliteitsprobleem, waarbij Grontmij als expert een belangrijke rol speelt in het proces. Zij hebben de kennis en staan ergens voor, zodat het overslaan van een essentiële taak als het gangbaarmaken nooit onder druk van een andere partij mag gebeuren. Grontmij Maunsell dient zich hier in de toekomst harder op te stellen en van het eigen oordeel uit te gaan. Ook als dat wellicht ten koste gaat van een goede relatie met een aannemer. Wanneer blijkt dat de aannemer slecht of onvolledig werk geleverd heeft bij de functietest is die relatie hoe dan ook verstoord, omdat het vertrouwen geschonden is.

Wat de interne ontwikkeling van draaiboeken betreft zijn geen aanmerkingen te maken op de gedachtepatronen. Iedereen is zich goed bewust van de implicaties die een onvolledige ontwikkeling heeft, zodat niemand de kantjes er vanaf loopt.

6.1.7.2 *Kennisbasis*

De kennisbasis voor de taken die uitgevoerd worden is hoog. In deze fase lopen zelfs vaak mensen die nog weinig ervaring hebben met indienststellingen mee met anderen die deze werkzaamheden al wel in de vingers hebben. Wat in andere fasen niet of nauwelijks gebeurt, gebeurt hier dus wel: er vindt training plaats. De juistheid van de voorbereiding van de indienststelling is verder ook geen struikelpunt, terwijl er voldoende mensen zijn om deze taken te voltooien. Vanwege de verantwoordelijkheid die rust bij een goed functietestprogramma is het niet wenselijk dat zomaar iedereen een dergelijk document maakt: momenteel wordt het geschreven door de betreffende PE, terwijl er niemand anders is die daar beter toe in staat zou zijn.

6.1.7.3 *Regels*

Regels voor de indienststellingsfase zijn intern duidelijk aanwezig: welke processtappen ondernomen moeten worden en in welke volgorde. Het is daarom vreemd om te zien dat er in de praktijk op een bepaald moment afgeweken is van de interne regels, waarbij het gangbaarmaken overgeslagen werd. Regels waaraan de installatie en daarmee de indienststelling moet voldoen zijn vastgelegd in eerdere fasen (bestek) en door voorschriften van ProRail. Interne criteria voor documenten bij review zijn niet vastgelegd maar dienen ieder maal opnieuw geformuleerd te worden.

6.1.7.4 *Structuur en Orde*

De orde binnen de procesfase is duidelijk: een beltest wordt ter plaatse uitgevoerd, tegelijkertijd kan binnenshuis begonnen worden met de draaiboeken voor gangbaarmaken en voor functietesten. Resultaten van de beltest worden verwerkt in protocolformulieren en de mancolijst, vooraf aan de indienststelling. Nu is er nog tijd om zaken ontwerp- of uitvoeringstechnisch te verbeteren. Het gangbaarmaken en de functietest vinden plaats op het moment dat de dienstregeling buiten gebruik genomen wordt. Op dat moment is de enige aanwezige orde die van de draaiboeken en is alles strak (hiërarchisch) geregeld. Het is daarbij de bedoeling dat onverwachte situaties niet of zo min mogelijk voorkomen. Niet voorbereid zijn betekent tijdverlies, en dat is zoals gezegd catastrofaal.

De structuur en orde binnen de ontwikkeling zelf is eveneens duidelijk. De PE schrijft de draaiboeken en houdt via de projectleider contact met de aannemer. Voor alle betrokken medewerkers is duidelijk wat er gedaan moet worden in deze fase.

6.1.7.5 *Notatie*

In de procesdocumentatie is een gedetailleerde flowchart opgenomen welke omschrijft welke stappen in de indienststellingsfase volbracht moeten worden. Voor de controle is er een checklist in een vrij algemene vorm opgenomen, terwijl het functietestprogramma aan de hand van eerder volbrachte programma's geschreven wordt. Op het gebied van notatie lijkt er dan ook niet veel aan te merken op de indienststellingsfase.

6.1.7.6 Algemene opmerkingen en Conclusie

De beheersing van de indienststellingsfase is in principe in orde.

De problemen die zich voorgedaan hebben bij Almelo Verdiept zijn namelijk een direct gevolg van het negeren van opgestelde procedures onder druk. Daarbij is het echter illustratief voor veel andere processen binnen de afdeling: onder invloed van (tijds)druk worden formele processtappen half of helemaal niet uitgevoerd. Er lijken dus geen problemen te zijn in de wijze waarop de indienststellingsfase beheerd wordt. De enige aanmerkingen die gedaan kunnen worden zijn dan ook een hardere attitude voor Grontmij als bedrijf en een verdere standaardisatie van de werkzaamheden, waaronder een uitbreiding van kwaliteitscriteria en checklisten.

Samengevat komt het enige duidelijke knelpunt op het volgende neer:

- Grontmij Maunsell is in sommige gevallen te toegeeflijk naar externen

6.1.8 Fase8, Oplevering

Binnen de opleveringsfase gaat het om het eventueel aanpassen van tekeningen ten gevolge van resultaten uit de indienststelling. Het komt vaak voor dat uitvoering en ontwerp niet 1op1 aansluiten, wat betekent dat de tekening vaak nog aangepast moet worden om overeen te komen met de huidige situatie. Een tweede taak die volbracht moet worden is het controleren van de oplevering, samen met de aannemer en de opdrachtgever. Hierbij wordt met een checklist de projectgrond afgelopen en op die punten beoordeeld of alles naar behoren en volgens afspraken functioneert en uitgevoerd is. Vaak gaat het om kleine details, maar ook grotere zaken als niet goed sluitende wisselklemmen komen voor.

De planning in deze fase betreft het afspreken van een datum waarop gecontroleerd wordt, meer niet. Het is daarom gerechtvaardigd om te stellen dat planning geen rol speelt in deze fase. Organisatie van het werk vindt plaats volgens checklisten bij de opleveringscontrole, terwijl het aanpassen van tekeningen en installaties (iteratief) aan de hand van mancolijsten geschiedt. In de procesdocumentatie zijn geen inputstromen voor het aanpassen van de tekeningen weergegeven, zodat onbekend is of er gestandaardiseerde wegen zijn om de aanpassingen aan de tekeningen definitief vast te kunnen stellen. De vraag is echter of het absoluut noodzakelijk is een perfecte tekening af te leveren: toekomstige werkzaamheden aan een traject beginnen hoe dan ook weer met een plaatselijke inspectie. Desondanks zou duidelijker moeten zijn waar de wijzigingen aan een tekening vandaan kunnen komen en wat hun aard is, zodat deze kanalen in de gaten gehouden kunnen worden en wijzigingen goed doorgevoerd.

Controle over de oplevering an sich vindt plaats, zoals gezegd. Door middel van checklisten wordt deze controle in principe compleet en voldoende uitgevoerd. Waar in de procesdocumentatie geen controleslag op zit is de aanpassing van tekeningen. Vandaar dat in de onderstaande tabel een kruis is opgenomen op die positie. Van sturing is verder, net als planning, eigenlijk weinig sprake. Wel lijkt het essentieel dat een leidinggevende overzicht houdt over de tijd (en daarmee kosten) die een medewerker besteedt aan de afhandeling van een oplevering. Een overschrijding van reëel toe te kennen tijd kan duiden op inefficiënt werken of een gebrek aan training op dit gebied. Integratie tot slot is wederom geen categorie van belang.

	Planning	Organisatie	Controle	Sturing	Integratie
Fase8: Oplevering	-	✓	✗	✗	-

Tabel 15: Toepassing methoden Opleveringsfase

6.1.8.1 Gedachtepatronen

De aard van de procesfase leent zich niet voor een beoordeling van gedachtepatronen.

6.1.8.2 Kennisbasis

Voor deze procesfase is kennis benodigd over de wijze waarop een oplevering geschiedt en hoe de partijen zich tot elkaar verhouden, maar net zozeer moet de controleur weten waar hij naar moet kijken. De gebruikte checklist is een goede wijze om de controle te structureren en

standaardiseren, maar uiteindelijk moet er een oordeel geveld worden, en daar is kennis voor benodigd. Verder moet de status van de oplevering bijgehouden worden door leidinggevend, zodat de oplevering (waar Grontmij Maunsell als bedrijf voor verantwoordelijk is) niet afhankelijk is van één persoon. Training wordt zo nu en dan uitgevoerd.

6.1.8.3 *Regels*

Het is belangrijk dat bij controle geen willekeur optreedt: beoordelingscriteria moeten vooraf duidelijk zijn, zodat het niet zo kan zijn dat de ene controleur een krasje in de lak een reden vindt om een slagboom af te keuren, terwijl de ander hier geen probleem in ziet.

6.1.8.4 *Structuur en Orde*

Door de eenvoud van de fase kan nauwelijks over structuur en orde gesproken worden. Door het gebruik van checklisten bij de controle is de structuur duidelijk, alhoewel over het aanpassen van de tekeningen onduidelijkheid bestaat. Verder is onduidelijk wie de directe leidinggevende is in de opleveringsfase.

6.1.8.5 *Notatie*

De procesdocumentatie is niet duidelijk over de aard van het aanpassen van de tekeningen. Het opleveren van de tekeningen is gebonden aan voorschriften vanuit ProRail, die duidelijk zijn. De resultaten van de uitvoeringscontrole worden vastgelegd op checklistformulieren, terwijl door middel van een protocolformulier de uitvoering van de fase intern wordt beheerd. Formeel is echter niet vastgelegd aan wie de persoon die de oplevering doet rapporteert.

6.1.8.6 *Algemene opmerkingen en Conclusie*

De beheersing van de opleveringsfase is in principe in orde, afgezien van een enkel punt.

In de procesdocumentatie mist een controleslag op de aanpassing van tekeningen, of is een en ander niet volledig opgenomen in de procesdocumentatie.

Samengevat komende knelpunten op het volgende neer:

- De rol van het aanpassen van tekeningen is onduidelijk
- De directe leidinggevende waaraan gerapporteerd wordt is onduidelijk
- De sturing van de tijdsbesteding is te vrijblijvend

6.2 ***Knelpunten in de projectomgeving***

Het tweede deel van de knelpuntenanalyse bestaat uit de voedingsbodem van het ontwikkelproces: de projectomgeving. De projectomgeving betreft alle omvattende aspecten, die overigens vaak al deels in de voorgaande methodenanalyse naar voren gekomen zijn, maar op zichzelf staand een beter beeld geven van de problematiek. Er komen zaken naar voren als de fysieke omgeving in de vorm van het kantoor, de verdeling van de taken via de bijbehorende organisatiestructuur, maar ook onderwerpen als de informele machtsstructuur. Zoals in het analysekader al naar voren is gekomen wordt deze analyse opgedeeld in kapitaal en personeel. Het lijkt erop dat de belangrijkste problemen zich in de dimensie van de projectomgeving bevinden.

6.2.1 **Kapitaal**

Onder kapitaal wordt verstaan “dat wat materieel is”, zoals het kantoor zelf, communicatiemiddelen en specifiek de automatisering in de vorm van computers en het netwerk. Vanuit interviews met medewerkers en managers zijn een aantal problemen naar voren gekomen op dit gebied, die onderstaand eerst opgesomd en vervolgens besproken worden. Eigen observaties en informele gesprekken zijn gebruikt om nader uitleg te geven aan informatie die uit de interviews gekomen is.

6.2.1.1 *Fysiek*

In de interviews, observaties en gesprekken zijn de volgende knelpunten naar voren gekomen:

- Het kantoor is te klein en daardoor te ‘druk’
- Thuiswerken heeft het bedrijf liever niet

- (Sociale) barrières zijn zowel te groot als te klein: druppeltoegang op dezelfde verdieping, weinig ruimte voor geconcentreerd in stilte werken
- De wijze waarop het archief geregeld is, is niet optimaal
- Organisatie van tekeningen en projectmappen is chaotisch door ruimtegebrek

Het eerste punt is het meest gehoord onder het personeel. Mensen zitten op elkaar gebouwd, met overal archiefkasten met mappen en tekeningen op kasten en tafels verspreid over de kantoorvloer. Bureaus liggen bezaaid met papieren, mappen en documenthoezen; niemand schijnt de moeite te nemen zijn werkplaats op te ruimen om de werkzaamheden te verlichten. Voor de hoeveelheid mensen die hier dagelijks aan het werk is, is het kantoor eigenlijk te krap. Zeker ook omdat de drie afdelingen van Grontmij Maunsell te Zwolle omwille van wederzijdse toegankelijkheid bij elkaar op dezelfde verdieping moeten zitten. Enige verlichting wordt verkregen door het feit dat niet iedereen alle dagen van de week aanwezig is: enkelen hebben vaste vrije dagen of hebben een tweede werkgever. Thuiswerken kan wel, maar heeft het bedrijf liever niet, omdat het dan de tijdsbesteding van het personeel niet goed kan controleren. Dat lijkt gezien het eerder geconstateerde gebrek aan controle op urenbesteding dan ook meer een psychisch idee dan een rationele maatregel.

Een tweede probleem, gerelateerd aan de grootte van het kantoor, is de wijze waarop het ingedeeld is. De werkplekken zijn open, zodat iedereen met elkaar kan communiceren wanneer dat nodig geacht wordt, wat niet alleen directe informatie-uitwisseling faciliteert, maar ook de werksfeer ten goede komt. Een belangrijk nadeel is echter dat twee mensen die elkaar moeten spreken, op die wijze natuurlijk ook door anderen gehoord worden. Ook eindeloos afgaande telefoons en telefonerende mensen zijn een bron van een niet aflatende geluidsdruk en ergernis.

Doordat het kantoor zo klein is en mensen dus niet alleen op elkaar zitten, maar er ook geen ruimte is voor compartimentering, is het eigenlijk vrijwel nooit stil op de werkvloer zodat geconcentreerd en zonder afleiding werken niet mogelijk is. De enige optie is een kamer aan de andere kant van de verdieping, die echter vaak bezet is voor taken als collationeren en op het moment van schrijven als tijdelijk onderkomen gebruikt wordt door de vertrekkende teamleider. De kamer is daarnaast alleen door deuren te bereiken die een druppeltoegang hebben: vrij heen en weer lopen is er niet bij.

Belangrijk te melden is ook de status van het archief. Omdat het kantoor niet groot genoeg is om oude(re) ontwerpen ter plekke te archiveren wordt materiaal extern opgeslagen bij een archiveringsbedrijf. Het is dus niet mogelijk om tijdens het werk aan een opdracht even terug te kijken naar hoe een bepaald punt de vorige keer ook alweer is opgelost. Een direct gevolg is een vermindering van beschikbare kennis omdat soms delen van het wiel opnieuw uitgevonden moeten worden. Gerelateerd aan het archiefprobleem zijn de grote hoeveelheden mappen en tekeningen in kasten verspreid over de gehele werkvloer. Er lijkt geen systeem achter te zitten, het maximaal benutten van ruimte is het devies. Alhoewel de medewerkers zelf melden dat ze de organisatie van tekeningen goed genoeg vinden, volstaat een eerste blik op de indeling van de afdeling al om te zien dat informatie niet op een gestructureerde wijze gevonden kan worden. Het is daarnaast opmerkelijk dat er wel een archiefruimte is, maar dat deze ruimte amper benut wordt en vooral 'zooi' bevat. Er zou werk verricht moeten worden om deze ruimte efficiënter in te kunnen zetten, het probleem is echter dat niemand momenteel tijd heeft om naast zijn dagelijkse werkzaamheden dergelijke taken uit te voeren. De persoon met ondersteunende taken zoals het beheren van tekeningen probeert dergelijke taken zo goed mogelijk uit te voeren, maar zijn werkzaamheden beletten het hem in te lopen op het totaal aan te verzetten werk. Het is duidelijk dat hier gewoon niet voldoende personeel voor aanwezig is.

6.2.1.2 *Communicatie*

Op het gebied van communicatiemiddelen zijn er geen opmerkingen: zaken die benodigd zijn, zijn aanwezig en functioneren goed. Wat eventueel nog ontbreekt is een digitaal forum, waarop leden van de vakgroep digitaal met elkaar kunnen communiceren. Dit zou een prima platform zijn om vragen aan elkaar te stellen of om het draagvlak van een nieuwe maatregel te onderzoeken door middel van polls en reacties daarop. Wanneer een medewerker met een vraag zit maar niet goed weet wie daarvoor te benaderen, kan deze vraag op het forum gesteld worden

en degene die het antwoord weet reageert. Een bijkomend voordeel hiervan is de, om het zo te zeggen, precedentwerking die hiervan uitgaat. Vaak betreffen het vragen over werkwijze of procedures, die vanaf het moment dat ze beantwoord zijn een richtlijn voor de toekomst bieden.

Een ander probleem is dat het gebruik van de communicatiemiddelen soms te wensen overlaat. Zo komt het regelmatig voor dat werknemers informatie niet krijgen die zij wel zouden moeten krijgen, zoals bijvoorbeeld een uitnodiging voor een vergadering, of informatie over interne zaken. De oorzaak hiervan lijkt vooral te liggen aan het gebruik van incomplete e-mailgroepen.

6.2.1.3 *Computer en Netwerk*

In de interviews, observaties en gesprekken zijn de volgende knelpunten naar voren gekomen:

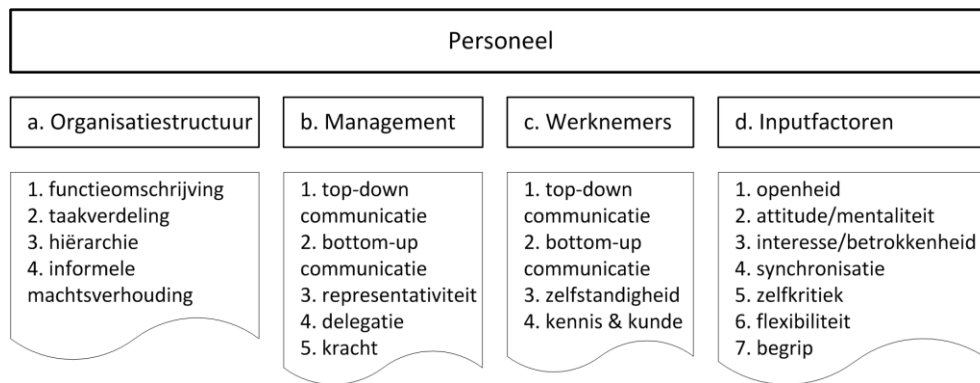
- Het lokale netwerk is een wirwar van schijven en mappen zonder intuïtieve structuur
- Internet en intranet zijn erg traag
- Microstation is heel erg traag met opslaan en openen door het ontbreken van lokale opslag
- Het is niet voor iedereen duidelijk waar men met ICT gerelateerde problemen heen moet

Niet ieder knelpunt is van groot belang. De ICT is in principe prima geregeld, maar wanneer zich toch problemen voordoen is het niet altijd duidelijk tot wie men zich moet richten voor een oplossing. Computers zijn in principe algemeen genomen snel genoeg en worden goed onderhouden, alhoewel zich hier en daar kleine dingetjes voordoen als het ontbreken van een scrollbar in Word, of een incomplete PDF maker installatie. Het grootste probleem waar de tekenaars mee zitten is dat Microstation in het gebruik veel te traag is doordat de tekeningen die bewerkt worden zich vermoedelijk in het hoofdkantoor in De Bilt bevinden en dus bij iedere mutatie communicatie over het internet plaats moet vinden. Wanneer er een lokale netwerkopslag-faciliteit zou zijn wordt het gebruik van Microstation een stuk aangenamer. Een dergelijke lokale opslag kan door middel van losse synchronisatiemaatregelen gelijk gehouden worden met de tekeningen in De Bilt. Ook de internettoegang heeft te leiden onder snelheidsproblemen: te vaak zijn zowel intra- als internet te traag om fatsoenlijk te werken. Gezien de aard van het werk is de snelheid van het internet niet van groot belang, maar dit ligt anders voor intranet, waar veel informatie voor medewerkers zich bevindt. Er wordt overigens ook veel geklaagd over de structuur van de intranet website: die is zo onduidelijk dat niemand in staat is te vinden wat hij zoekt, het is zelfs onduidelijk wat er wel of niet te vinden is.

Een laatste punt is de chaos van de netwerkschijven, die volgepropt zijn met losse documenten en mappen zonder een duidelijke structuur. Vermoedelijk was deze orde er ooit wel, maar is deze door 'even snel iets op het netwerk zetten' verworden tot een onbeheerde brij. Aangezien hier wel veel kennis is, is het belangrijk dat hier meer orde en structuur in aangebracht wordt.

6.2.2 **Personeel**

Onder personeel valt alles dat direct over mensen gaat. Het betreft de wijze waarop mensen met hun werk omgaan, de wijze waarop zij met elkaar omgaan, maar ook hun persoonlijk eigenschappen. Zeker in een kennisintensief bedrijf dat diensten levert is arbeid de voornaamste determinant voor de uitkomst van projecten. Nog meer dan kapitaal is een goed functionerend personeelsbestand een voorwaarde voor het (binnen de tijd) produceren van kwalitatief goede producten. Om de dimensies binnen personeel duidelijker naar voren te kunnen brengen is in Figuur 16 een lijst weergegeven van onderdelen. Deze onderdelen komen allen voort uit punten die in de interviews, observaties en gesprekken naar voren gekomen zijn en zijn waarden die klaarblijkelijk van belang zijn voor het goed functioneren van de afdeling.



Figuur 16: Structuur Personeelsdimensie

De onderverdeling van de verschillende aspecten is in sommige gevallen wat arbitrair. Het aspect 'kracht' bijvoorbeeld is in principe een inputfactor, maar wordt dusdanig in verband gebracht met management dat het beter is deze eigenschap bij management onder te brengen. Hetzelfde geldt voor een eigenschap als zelfstandigheid bij werknemers.

6.2.2.1 Organisatiestructuur

Veel problemen die momenteel spelen binnen de afdeling Grontmij vinden hun oorsprong in de organisatiestructuur. De punten die naar voren gekomen zijn in dit onderzoek zijn, in willekeurige volgorde, de volgende:

- Er is te weinig personeel voor ondersteunende taken
- Functieomschrijvingen zijn niet duidelijk of ontbreken: bevoegdheden, verantwoordelijkheden en vooral taken zijn niet afdoende gedefinieerd
- Officiële hiërarchische posities komen niet overeen met de functie vervulling in de praktijk
- De verkeerde mensen zijn op het verkeerde tijdstip met projecten bezig
- Managementtaken zijn soms verspreid over meerdere functies
- Personeel wordt voornamelijk ingedeeld naar beschikbare tijd en minder naar kunnen

Duidelijk is dat er binnen de afdeling beveiliging teveel randzaken uitgevoerd worden door mensen die gekwalificeerd zijn om te werken aan de kernzaken. Er is een verlies van productiviteit merkbaar doordat bijvoorbeeld een hogere technicus zich bezig moet houden met planning omdat het een taak is die 'er wel bij gedaan kan worden'. De persoon die nu ingezet wordt voor de planning heeft een schat aan kennis en ervaring, die niet benut wordt op het moment dat hij zijn tijd moet besteden aan planning. Een indicatie van de omvang van dit probleem is de declaratienorm: hij is tot 40, 50 procent van zijn tijd bezig met het maken en up to date houden van plannings, in plaats van de maximale twintig procent die gesteld wordt door de norm. In dit kader kan een bekend begrip uit de economie genoemd worden: David Ricardo's wet van de comparatieve kostenverschillen. Dit komt er kort gezegd op neer dat een ieder zich zou moeten toeleggen op datgene waar hij in vergelijking met anderen het beste in is. Als verdere illustratie van het probleem is de situatie waarin er maar een persoon is die de tekeningen beheert en andere werkondersteunende taken doet en het werk zich voor hem opstapelt en hij dus steeds meer achterop raakt. Er zit dus een groot gat tussen de arbeid die benodigd is en die er momenteel is. In dit kader kan ook verwezen worden naar het gebrek aan orde in de verzameling kasten met projectmappen en tekeningen. Er is eigenlijk niemand die als taak heeft hierin op te ruimen en te structureren, afgezien van die ene persoon.

Een tweede, zeer nijpend probleem, is dat er voor veel mensen geen officiële functieomschrijving bestaat. Er zijn een aantal aanstellingen, die omschreven zijn in een voorgaand hoofdstuk, maar bij bijvoorbeeld de groepsleider is niet duidelijk wat de functie precies inhoudt. Deze onduidelijkheid heeft ook zijn doorwerking op de werkvloer, waar werknemers iets anders van de groepsleider verwachten dan hij zelf vindt dat tot zijn functie behoort. Verantwoordelijkheden zijn niet duidelijk en in het verlengde daarvan ook bevoegdheden niet. Daardoor zijn hiërarchische verhoudingen niet altijd duidelijk, zodat het voor kan komen dat de persoon die in de ge-

daante van planner bij een startgesprek zit, uiteindelijk gezien deze functie onevenredig veel invloed uitoefent op het project door zijn achtergrond als hogere techneut. Het gevolg is een kloof tussen de officiële en officieuze machtspositie, waarbij de planner op gelijke hoogte komt te staan met de groepsleider.

Sowieso is het gebruikelijk op de afdeling om mensen vooral naar beschikbaarheid in te zetten, in plaats van waar ze goed in zijn. Het gevolg is dat sommige taken langer nodig hebben omdat ze door iemand gedaan worden die minder efficiënt kan werken, maar het komt ook vaak genoeg voor dat er personen ingezet worden voor taken waar ze niet voldoende kennis en kunde voor hebben met een lage(re) kwaliteit tot gevolg. Fouten in een ontwerp kosten tijd, geld, maar uiteindelijk ook kwaliteit doordat er gehaast moet worden. Het mag als bekend verondersteld worden dat haast leidt tot slordigheid en daarmee tot lagere prestaties. Natuurlijk is het mogelijk om mensen op beschikbaarheid in te zetten, maar er zou een evenredige hoeveelheid training aan vast moeten zitten. Momenteel wordt er geen tijd genomen (deels omdat deze er niet is, maar ook in een relatief arbeidsluwe periode ligt daar geen prioriteit) om mensen te trainen.

Een ander gevolg van de onduidelijke functieomschrijvingen is het grijze gebied van de taken die niet instinctief tot een van de bestaande functies behoren. Veelal worden zaken uiteindelijk wel gedaan omdat iemand zich verantwoordelijk voelt voor de volbrenging ervan of als een leidinggevende ingrijpt, niet omdat het (officieel) tot iemands verantwoordelijkheden behoort. Op deze manier wordt er risico in de werkwijze ingebouwd die voorkomen kan worden door het omschrijven van te volbrengen taken en deze te koppelen aan functies in een correcte voorstelling van de organisationele indeling.

De genoemde spreiding van managementfuncties ziet men terug bij de projectleider en project engineer. Niet alleen is vaak onduidelijk welk gedeelte van een project onder de taken van de PL valt en welke onder de PE, ook voert de ene managementtaken uit die volgens logica eerder bij de ander zouden moeten horen. Een voorbeeld hiervan is het beheer van protocolformulieren. Aangezien de PL het ontwerp uiteindelijk aan de opdrachtgever zal overhandigen dient hij op de hoogte te zijn van de kwaliteit en zou hij de protocolformulieren moeten beheren. Een geïnterviewde PE liet weten dat de PL dit volgens hem ook doet. Bij het lezen van deze opmerking in een vroege conceptversie van dit rapport liet de PL echter weten dat dit niet het geval is. Beter kan de problematiek eigenlijk niet geïllustreerd worden.

6.2.2.2 Management

Een aantal knelpunten in de organisatie hebben specifiek betrekking op de managementposities. Veelal zijn het echter als het ware meer subproblemen, voortkomend uit bijvoorbeeld de omschreven tekortkomingen aan de functieomschrijvingen. De punten die genoemd worden in deze omgevingsvariabele zijn de volgende, in willekeurige volgorde:

- Er is weinig feedback van het management bij voorstellen, (concept)documenten en ideeën
- De hoeveelheid technisch contact tussen management en werkvloer is miniem
- Er is weinig coördinatie van werkzaamheden vanuit het management
- Het management luistert veel en graag maar is vaak niet in eenzelfde mate daadkrachtig: teveel zaken blijven liggen.
- De beschikbare capaciteit, afgelezen aan de status van lopende projecten, is niet te allen tijde duidelijk
- Wanneer veranderingen doorgesproken, ontwikkeld en/of geïmplementeerd worden zijn het altijd dezelfde mensen die dat doen
- Het management heeft niet altijd een goed beeld van de eisen van werknemers
- Opgedragen taken worden soms niet goed uitgelegd waardoor de werknemer niet goed weet wat van hem verwacht wordt.
- De directie van Rail bepaalt of en voor welke prijs Grontmij op een project inschrijft
- Voor extern gerichte posities zijn titels een pre, om de representativiteit te vergroten

Omdat inmiddels ook los van dit onderzoek al duidelijk was dat er een groot gebrek aan procesdocumentatie is, is er al een bepaalde hoeveelheid aan documenten geschreven. Het probleem is echter dat het merendeel hiervan nog in de conceptfase zit en het management er

geen prioriteit aan lijkt te geven. Weinig zaken op dat gebied zijn dus momenteel formeel van kracht en medewerkers wachten met smart op definitieve versies. Naast de niet bekrachtigde conceptdocumenten gaan ook ideeën of prestaties vanaf de werkvloer vaak zonder feedback van het management.

In verband met het voorgaande staat ook de vaak terugkomende opmerking van gebrek aan daadkracht. Veel zaken blijven liggen omdat er moeilijk knopen doorgehakt worden door het management. Dit aspect valt overigens onder het aspect 'kracht', zoals opgenomen onder "Management" in Figuur 16. Het is er ook de oorzaak van dat veel problemen een beetje 'doorsudderen', omdat ze te confronterend zijn om bij de horens te pakken. Iedereen is van goede wil en er wordt echt geluisterd naar de medewerkers, maar de consequenties ervan blijven veelal uit. Volgens sommigen is een oorzaak hiervan dat eventuele veranderingen of het doorhakken van knopen vrijwel altijd door dezelfde mensen uitgevoerd (moet) worden, die elkaar wellicht niet in de vingers willen snijden of verantwoordelijkheden op elkaar afschuiven. Ook hier komt de gebrekkige functieomschrijving weer terug, omdat personen niet altijd weten of zij de bevoegdheid wel hebben om een beslissing te maken of verantwoordelijkheden onduidelijk zijn waardoor zaken tussen personen in vallen en niemand goed weet wat er mee gedaan moet worden.

Het technische contact tussen management en werkvloer is beperkt. Alhoewel er wel contact gezocht wordt vanuit de medewerkers naar het management op het moment dat zij een vraag hebben die een collega niet op kan lossen, is er andersom weinig initiatief om verder te gaan dan alleen korte informering over de status van het project. Over de relevantie van dit knelpunt kan echter getwijfeld worden, omdat management in eerste instantie 'regelt' en niet ontwerpt of controleert. Wel is het zo dat het voor het management ook goed is om te weten welke ontwerp-technische richtingen gekozen worden en waar eventuele problemen in de ontwikkeling op technisch vlak zich voordoen. Daardoor ontstaat een beter beeld van de totale situatie en is ook beter te controleren en te sturen.

Coördinatie van werkzaamheden op de werkvloer is er eigenlijk amper. Men ziet leidinggevers vrijwel uitsluitend de vloer op lopen om een gezellig praatje te maken, veel minder om directe sturing te bieden voor de mensen die onder de manager vallen. Een grote oorzaak van dit probleem is dat niet duidelijk is wat de taakomschrijving van bijvoorbeeld een groepsleider is. De eigen interpretatie is die van een vraagbaak en eindpunt voor problemen, maar de werkvloer zelf mist de coördinatie die volgens hen wel bij de functie hoort; een goed leider zorgt er voor dat mensen uiteindelijk hun eigen problemen oplossen. Een bijkomend probleem is dat de manager er vaak gewoon geen tijd voor kan maken. Sturing door het management geschiedt, zoals duidelijk geworden is in de vorige paragraaf over de toepassing van methoden, voornamelijk bij aanvang van een project en via de werkoverleggen, waarbij leidinggevers ook inspringen wanneer problemen zich voordoen die niet makkelijk door de werknemers zelf op te lossen zijn.

In de interviews kwam ook naar voren dat de personen die anderen aan moeten sturen, geen goed beeld hebben van de beschikbare capaciteit op een bepaald moment. Men is afhankelijk van de planning, die echter voornamelijk een inschatting vooraf is en geen beheersinstrument tijdens. Hierbij ontbreekt dus een beeld van de tijdsbesteding zodat capaciteitsbepaling aan de hand van schattingen gaat in plaats van werkelijk beschikbare uren.

Te vage uitgangspunten zijn een vaak genoemd probleem bij de projectontwikkeling, waarbij het een goed voorbeeld is van het gebrek aan synchronisatie tussen management en werkvloer. Voor het management is het niet duidelijk in welke vorm de werknemers uitgangspunten graag hebben, terwijl de werknemers het ervaren als het op hun afschuiven van zaken. Beiden hebben bepaalde verwachtingen waar niet aan beantwoord wordt. Zoals gewoonlijk ligt de waarheid in het midden, maar duidelijk is dat er te weinig communicatie is om de wensen van beiden te synchroniseren. In het verlengde van dit probleem wil het ook nog wel eens voorkomen dat opdrachten die mensen krijgen niet goed gedefinieerd worden en de uitvoering dienengevolge niet geheel foutloos is. Wanneer een taak gedelegeerd wordt moeten de juiste omgevingswaarden geschapen worden voor de medewerker om optimaal te kunnen presteren. Het duidt er in ieder geval op dat degene die delegeert niet altijd een goed beeld heeft van het kennisniveau van de werknemer of niet goed kan inschatten welke instructies benodigd zijn.

Een van de wat kleinere punten onder het omgevingsaspect management is de rol van de directie in de aanbesteding. Zoals in de paragraaf over methoden duidelijk geworden is, wordt de offerte in de praktijk slechts opgesteld als richtlijn voor de directie. Het besluit van de directie om in te schrijven op een project wordt vaker ingegeven door de staat van de markt, dan door een werkelijk gevoel met de technische complicaties van dat project. Alhoewel dit een aspect is dat onder methoden gerekend kan worden, geeft het ook aan dat het hogere management (in de vorm van de directie) niet goed luistert of kan luisteren naar de werkvloer, met als illustratie de situatie rondom het RVTO voor Maastricht, waarbij de PL een bepaald project niet wilde hebben wegens voorzienbare problemen, maar de directie toch tot inschrijving overging. Uiteindelijk bleek de zienswijze van de PL juist geweest te zijn, toen de zaken een stuk gecompliceerder bleken en het project uiteindelijk zes maal duurder uitkwam dan oorspronkelijk begroot.

Het laatste punt van aanmerking betreft de representativiteit van de extern gerichte bestuurders zoals team-, groeps- en projectleider. De visitekaartjes van deze personen geven een signaal naar buiten af, zodat zaken als een titel en een gezagwekkende functiebenaming in een prestatiegerichte omgeving vertrouwen in de kennis en kunde van het bedrijf zullen voortbrengen. Een voorbeeld hiervan is het visitekaartje van de groepsleider van de afdeling beveiliging, waar als functiebenaming *Adviseur Seintechneek* op staat, in plaats van het meer tot de verbeelding sprekende *Groepsleider*.

6.2.2.3 *Werknemers*

Naast het management zijn er ook bij de rest van het personeel zaken die niet goed lopen. Bij dit omgevingsaspect is het echter een stuk moeilijker te scheiden wat veroorzaakt wordt door inputfactoren en wat typerend is voor 'werknemers'. De nu volgende punten worden onder deze omgevingsvariabele gerekend:

- Werknemers stellen zelf niet vaak voor over te werken wanneer zij dat nodig achten: signalering ligt bij de PE en de opdracht wordt gedaan door het management
- De opwaartse communicatie over projectstatus kan beter
- De norm voor declarabel werkt soms verlamdend: het vermoeden bestaat dat er soms uren worden geschreven die niet gemaakt zijn, om toch aan de norm te kunnen voldoen.
- Veel personeel staat nog met een been in het 'NS verleden'
- Werknemers zijn niet altijd duidelijk over hun wensen

Het eerste opmerkelijke feit is de relatieve passiviteit van werknemers in het maken van overuren. Wanneer een project uit de hand dreigt te lopen is het aan de PE om dit te signaleren, waarna door de team- of groepsleider bepaald wordt of mensen moeten overwerken. Alhoewel dit wederom een methodische aangelegenheid is, geeft het wel aan dat er weinig initiatief is vanuit de werkvloer om actief bezig te zijn met een flexibele inzet van uren om het proces beter in te delen naar te volbrengen taken en de werkdruk. Het werk schijnt zich goed te lenen voor de opdeling in kleinere taken, maar het feit dat al het werk acuut neergelegd wordt zodra de klok vier of vijf uur dreigt te gaan slaan geeft aan dat er niet taak, maar tijdgericht gewerkt wordt. Zeker wanneer men dit vergelijkt met de afdeling baan/civiel aan de andere kant van het kantoor, ziet men een opvallend contrast. Medewerkers werken dus wel gewoon over wanneer dat nodig is, de beslissing daartoe wordt echter niet met te veel enthousiasme bij een ander gelegd.

Ook de opwaartse communicatie is dikwijls wat problematisch. Veel problemen blijven rondzwerven op de werkvloer, waar ze bij tijdige communicatie met het management beter en efficiënter opgelost kunnen worden. Een opmerking die een aantal malen gehoord is, is dat de werkoverleggen te weinig over dit soort zaken gaan. Hier ligt natuurlijk ook een verantwoordelijkheid voor de werknemers. In het verlengde hiervan en met een schuin oog naar het bij management genoemde gebrek aan synchronisatie, kan gezegd worden dat medewerkers over het algemeen niet erg duidelijk zijn naar het management toe over hun wensen. Het is vrij makkelijk om steeds te herhalen dat de uitgangspunten te vaag zijn, maar op het moment dat het management niet weet hoe het dan wel moet, is de medewerker blijkbaar niet in staat geweest om duidelijk aan te geven hoe het dan wel moet en wat er precies ontbreekt. Wederzijdse verwachtingen worden niet goed gecommuniceerd.

Een probleem dat helaas moeilijk te verifiëren valt, aangezien niemand het zomaar toe zal geven, is het vermoeden dat werknemers soms uren declareren die niet gemaakt zijn, teneinde aan hun norm voor 'declarabel zijn' te komen. De oorzaak hiervoor dient gezocht te worden in het feit dat te veel randzaken te veel tijd kosten, zoals duidelijkheid proberen te krijgen over de wijze waarop een collega een bepaalde taak uitgevoerd heeft die zij moeten afmaken of vervolgen, of andere ontbrekende gegevens die leiden tot grove inefficiëntie. Op die manier ontstaan er te veel uren die niet besteed zijn aan zaken waar geld mee verdiend kan worden, wat echter door de klaarblijkelijk strakke norm tot doofpotgedrag leidt.

Veel van het personeel is nog afkomstig uit de tijd dat ProRail als zelfstandig bedrijf nog niet bestond en de zaken bij de Nederlandse Spoorwegen anders gingen. De oude manier van denken (zonder deze direct te definiëren) blijft terugkomen in de wijze waarop medewerkers tegen projecten aankijken. Dit probleem ziet men echter ook terug bij ProRail zelf, waar projecten uitgeschreven worden die geformuleerd zijn op de 'oude' manier. Hierbij moet men denken aan opdrachtschrijvingen die te karig zijn: ze komen niet overeenkomen met dat wat de opdrachtgever eigenlijk wil. In 'NS taal' is voor de medewerkers van Grontmij Maunsell duidelijk wat de opdrachtgever wil, maar de offerte wordt geraamd op de opdrachtschrijving van de opdrachtgever. Het komt te vaak voor dat medewerkers van de oorspronkelijke opdracht af komen door het uitvoeren van extra werkzaamheden bovenop de origineel geformuleerde, om een ontwerp te leveren waarvan zij weten dat ProRail (met al zijn oud-NS medewerkers) het graag zou willen. In het kader van het doorrekenen van meerwerk, waar veel winstmogelijkheden zitten, is dit funest. De bedoeling is dat er strakker naar uitgangspunten gekeken wordt tijdens de ontwikkeling, waarbij signalering van extra werk tijdig moet gebeuren, zodat het voorstel daarvoor opgestuurd kan worden tijdens de ontwikkeling. Dit in plaats van een afrekening achteraf, waarbij slechts gebeden kan worden voor een tegemoetkoming in de extra gemaakte kosten. Men zou kunnen overwegen om onnodig verzet werk niet meer uit te betalen aan de betreffende medewerker of de gedane uren kunnen verrekenen met overwerk.

6.2.2.4 Inputfactoren

Een aantal knelpunten van essentiële aard bevinden zich op het algemene vlak, waarbij veel is samen te vatten onder de noemer mentaliteit. Hier valt onder hoe mensen met elkaar omgaan, wat de werksfeer is binnen de afdeling en vooral hoe mensen met kritiek omgaan. Het leren van fouten is daar een goed voorbeeld van: het is een essentieel onderdeel voor een lerende organisatie. De gevonden knelpunten zijn de volgende:

- Binnen de afdeling is goed met elkaar omgaan een belangrijke waarde, wat een (direct gerichte) kritische houding ten opzichte van het werk van anderen soms blokkeert
- Veel mensen hebben moeite met het toegeven van eigen, maar ook andermans fouten
- Het maken van fouten heeft geen duidelijke consequenties, de afdeling heeft eerder het tegenovergestelde van een strafcultuur
- Grontmij Maunsell is het beste jongetje van de klas
- In sommige gevallen worden voor dezelfde zaken verschillende begrippen gebruikt
- De afdelingen begrijpen elkaar niet goed
- De huidige bedrijfscultuur is samen te vatten als 'even snel dit, even snel dat'

Wie voor de eerste maal de eerste verdieping van het kantoor van Grontmij Maunsell in Zwolle binnenloopt en rondkijkt, ziet een open werkvloer met vriendelijke en loyale mensen. Er worden grappen gemaakt en mensen op de hak genomen, stil is het zelden. Er heerst dan ook een cultuur van vriendschap en genegenheid, waarin weinig plaats is voor echt (gerichte) kritische noten: elkaar 'de waarheid zeggen' gebeurt niet. Niet dat mensen het elkaar nooit vertellen wanneer er fouten gemaakt worden, maar er heerst een taboe op het gericht 'toeschrijven' van fouten aan elkaar. Het is uit den bozen om een ander direct te bekritisieren om gemaakte fouten, omdat iedereen als het ware het slachtoffer is van het gevolg van de fout. De medewerkers zijn vooral betrokken bij het oplossen van het probleem, de situatie redden, en weigeren een dader aan te wijzen: er is nooit een dader, altijd een slachtoffer van de situatie van zijn eigen onkunde. Wanneer men bij een probleem vraagt wie het veroorzaakt heeft is het antwoord vrijwel altijd 'dat zou ik moeten uitzoeken' of 'dat doet er niet toe', terwijl de daadwerkelijke veroorzaker van

het probleem al vergeven is op het moment dat hij zegt een fout gemaakt te hebben of actief meehelpt om de fout te herstellen. Een wederzijdse kritische blik ontbreekt eigenlijk volledig op de afdeling, terwijl het juist in een gezonde 'vriendschap' mogelijk zou moeten zijn om elkaar te confronteren met zaken. Wanneer je weet wat je aan elkaar hebt moet dat mogelijk zijn, temeer omdat men juist daardoor verder zal groeien.

In verband met het voorgaande staat dat veel mensen moeite hebben om de eigen fouten toe te geven, met name naar elkaar toe. Veel mensen weten wat hun zwakke punten zijn, maar lijken daar niet actief mee bezig te zijn. Zelfreflectie is daarmee een aspect waaraan het momenteel ontbreekt, of in ieder geval aan de wil tot persoonlijke ontwikkeling. Presteren zit de afdeling niet in het bloed, zogezegd.

Sowieso heeft het maken van fouten geen duidelijke consequenties. In de eerste plaats omdat het moeilijk is om te bestraffen in een omgeving met volwassenen, maar ook omdat een 'slachtoffer' nu eenmaal moeilijk te straffen is. Helaas vinden directe confrontaties met onkunde ook niet plaats, terwijl dat normaal gesproken ook een soort straf is. Een uiterst redmiddel is het afnemen van prestigieuze projecten of het uitvoeren van simpele klussen voor een bepaalde tijd. Het probleem zit echter vooral in het feit dat het moeilijk is om consequenties aan een fout te verbinden wanneer de fout niet volledig aan die persoon toegeschreven kan worden onder invloed van zaken als een krappe tijdsplanning. Er moet natuurlijk wel de ruimte geboden worden om zo te werk te gaan dat fouten toerekenbaar zijn (een essentieel deel van het probleem), maar daar tegenover moet staan dat fouten die dat wel zijn ook als zodanig behandeld worden.

Grontmij Maunsell ICS is een bedrijf met een vriendelijk imago, dat wellicht nog afkomstig is van de tijd waarin het zo klein was dat het belangrijk was andere partijen voor zich te winnen om een voet op de markt te kunnen zetten. Inmiddels is Grontmij Maunsell met al zijn kennis en kunde echter een gerespecteerd (doch nog steeds jong) bedrijf met goede naamsbekendheid, wat zelfverzekerdheid en flair tot gevolg zou moeten hebben. Toch is het bedrijf nog steeds het beste jongetje van de klas en heeft het er erg veel moeite mee om de rug te rechte en een over-mijn-lijk mentaliteit te tonen op de momenten dat het nodig is, zoals rondom de situatie bij Almelo Verdiept. Grontmij Maunsell is een trots bedrijf met een mooie naam en mag nooit vergeten dat het als Ingenieursbureau de expert is in het ontwikkelproces.

Weer terug naar de werkvloer is een volgend punt een gebrek aan standaardisatie in begrippen. Zoals eerder al genoemd valt hier bijvoorbeeld het begrip 'uitgangspunt' onder. Management en werknemer hebben er andere verwachtingen van, wat duidt op onenigheid over de betekenis en rol van het begrip. Een tweede voorbeeld is het gebruik van het begrip 'Staat van Aanwijzing', wat nogal eens verward wordt met ontwerputgangspunten, maar soms ook met Technisch Plan van Eisen. Met name dat laatste begrip zweeft een beetje rond, waarbij niemand echt in staat is duidelijk te vertellen wat voor rol het speelt en wat er precies in staat. Iedere medewerker zou bij wijze van spreken een ander TPvE maken wanneer hun dat gevraagd zou worden.

Gesprekken tussen medewerkers van de verschillende afdelingen vinden ondanks de open werkvloer nauwelijks plaats. Het is een van de oorzaken voor het gebrek aan begrip voor elkaar, wat vaak ook leidt tot problemen. Omdat de aard van elkaars bezigheden niet wordt begrepen (terwijl deze toch zeer verschillend zijn) ontstaan er problemen in de werksfeer. Een gevolg is dat als een project van een projectleider van baan/civiel het seinwezen nodig heeft – wat in de regel het geval is – het te vaak voorkomt dat de baan/civiel PL niet goed kan inschatten wat voor rol de werkzaamheden van het seinwezen zullen spelen in de totstandkoming van het project. Het gevolg is dat het seinwezen te laat bij het project wordt betrokken of dat er niet voldoende tijd of budget voor ingeruimd wordt. Dit leidt vervolgens weer tot scheve hoofden bij baan/civiel omdat zij het gevoel hebben dat de fouten constant door het seinwezen gemaakt worden. Het is dus van belang dat er meer inkijk in elkaars keuken komt, waarbij vooral vanuit baan/civiel als initiator van de meeste gezamenlijke projecten een beter begrip noodzakelijk is. Een illustratie van dit punt is een opmerking van een medewerker van het seinwezen: "als een spoorstaaf niet past zaag je er een stuk vanaf. Als de beveiliging niet werkt zit je met een veel groter probleem door de talloze afhankelijkheden en de nog grotere hoeveelheid strenge en gedetailleerde voorschriften".

Een laatste punt is de bedrijfscultuur van het 'even snel dit, even snel dat'. In eerdere delen van dit rapport is al naar voren gekomen dat de bedrijfsvoering veel meer weg heeft van crisissturing dan van een planmatige, gestructureerde aanpak. Het zit echter voor een deel ook in de wijze waarop medewerkers met hun werk omgaan: men heeft geen goed beeld van de werkzaamheden die uitgevoerd moeten worden, zodat er van de hak op de tak gesprongen wordt zodra blijkt dat er nog iets mist. Een andere oorzaak is dat men door de chaotische situatie details mist, die zich in een later stadium vermenigvuldigd hebben tot een groter probleem, wat vervolgens ook weer opgelost moet worden. Men zou bijna zeggen dat de medewerkers zich goed voelen bij het idee constant bezig te zijn crisissituaties op te lossen. Het oplossen van problemen is een dagelijkse taak en vermoedelijk zouden de medewerkers, ondanks dat ze erover klagen, het maar een saaie boel vinden als alles goed geregeld zou zijn. Van sommige medewerkers is het duidelijk dat ze graag het gevoel hebben veel te doen, los van of ze ook daadwerkelijk veel werk verzetten. Hierin wordt uiteraard weer terugverwezen naar de gebrekkige zelfreflectie of ontbrekende wil om met de eigen tekortkomingen aan de gang te gaan, maar minstens zo zeer naar het vaak ontbreken van vertrouwen in het eigen kunnen. Een probleem dat eigenlijk voor hele afdeling geldt.

7 Ontwerpen, een primair proces

Nu een uitgebreide knelpuntenanalyse uitgevoerd is en een veelvoud aan kleine en minder kleine problemen naar voren gekomen zijn, is het duidelijk dat met name een betere uitvoering van het primaire proces vereist is. Wanneer men kijkt naar dit primaire proces blijkt dat er teveel fouten gemaakt worden in de ontwerpen, zodat er in dit vervolg van het onderzoek een manier gevonden moet worden om dit proces te verbeteren. Hoe wordt de kwaliteit gegarandeerd?

Grontmij Maunsell is een gecertificeerd bedrijf omdat het in het verleden heeft kunnen aantonen dat het kan werken volgens de regels die ProRail voorschrijft over de ontwikkeling van een ontwerp. De procedures die gebruikt moeten worden om tot een ontwerp te komen, bieden theoretisch de mogelijkheid om tot een foutloos ontwerp te komen. Helaas blijkt Grontmij Maunsell hier niet toe in staat. Te vaak gebeurt het dat een ontwerp nog fouten bevat als het de collationering in gaat, wat ervoor zorgt dat collationering steeds meer een ontwerpend karakter krijgt in plaats van een toetsende. Dit kost zowel tijd als kwaliteit doordat de toetsende rol langzaam overvloeit in een uitvoerende. De vergelijking gaat misschien wat ver, maar wie met een schuin oog naar de Trias Politica kijkt, ziet enige gelijkenis in hoe het zou moeten zijn en nu niet is.

Het sleutelwoord is onafhankelijkheid, onafhankelijkheid van ontwerp en controle. De ontwerper moet de discipline hebben om te werken als ware er geen toetsing achteraf, het maximale vergend van zijn kwaliteiten als ontwerper zodat zijn output onberispelijk is en toetsing slechts een formaliteit. Uit de knelpuntenanalyse is gebleken dat onder invloed van de projectomgeving (tijdsdruk, gebrek aan overzicht, weinig tot geen sturing en een rudimentaire planning), gecombineerd met een slechts op ontwerphandelingen gebaseerde en weinig gestandaardiseerde, gestructureerde werkwijze, een vruchtbare voedingsbodem voor fouten gecreëerd is. Het gevolg is dat – bewust of onbewust – de overtuiging leeft dat een ontwerp niet perfect hoeft te zijn, omdat er toch nog gecontroleerd zal worden. De discipline en overtuiging om op een starre, gestructureerde wijze tot een foutloos ontwerp te komen ontbreekt.

7.1 Kaderstelling en onderzoeksstrategie

Dit onderzoek vervolgt op het niveau van de concrete werkwijze van ontwerpen, of anders gezegd, hoe komt de ontwerper tot het ontwerp en waar bestaat het uit? Daarbij is tevens de vraag hoe hij ervoor zorgt dat het ontwerp wat hij maakt overeenkomt met de input voor het proces: het PvE en de ontwerpvoorschriften. In een later stadium kan gekeken worden naar de toetsingsstap, maar zoals gezegd hoort deze daar volledig onafhankelijk van te zijn en zelfs overbodig, aangezien in het ideale (en tevens utopische) geval het ontwerp zelf al foutloos is.

Hier komt de rol van de Systems Engineering in terug: deze schrijft een bepaalde wijze van denken voor, uitgewerkt in een combinatie van concrete processen, methodes en tools binnen een bepaalde projectomgeving die de voorwaarden voor de ontwikkeling schept. In deze werkwijze worden middels decompositie steeds subeisen geformuleerd vanuit een hoger abstractieniveau, die gebruikt worden om delen van het ontwerp te verifiëren. Hiermee worden ontwerpkeuzes steeds fijner, waarbij de zekerheid bestaat dat iedere ontwerpstep in verband staat en overeenkomt met de eisen op hogere abstractieniveaus. Het gevolg hiervan is dat het ontwerp niet alleen overeenkomt met het PvE en de ontwerpvoorschriften, maar dat dit ook aangetoond kan worden, wanneer de diverse ontwerpaspecten vooral vooraf goed vastgelegd worden en tijdens de ontwikkeling bijgewerkt.

De 'allerhoogste' eisen die aan een ontwerp gesteld worden zijn de kwaliteitseisen die ProRail gesteld heeft voor het verkrijgen van de certificering. Dit onderzoek begint dan ook met een studie naar de desbetreffende eisen, om vast te kunnen stellen hoe ver de voorschriften van ProRail gaan en welke componenten het verbeterde ontwerpproces in ieder geval moeten bevatten. Het kwaliteitskader bestaat dus uit de wensen van ProRail, aangezien deze als opdrachtgever de prestaties van de onderneming controleert en beoordeelt.

Samengevat bestaat het vervolg van dit onderzoek uit de volgende componenten:

1. De eisen die ProRail aan Grontmij Maunsell heeft gesteld voor de afgifte van de certificering. Dit geeft een kader aan voor de onderdelen die het ontwerpproces moet bevatten of aan kunnen tonen, ook al zou dit niet expliciet in de voorschriften naar voren komen. Het voornaamste doel is te bepalen hoe ProRail kwaliteit denkt te kunnen garanderen, en geeft daarbij tevens aan waarom verbetering van het ontwerpproces zo broodnodig is, door te wijzen op de gevolgen van het niet langer voldoen aan de eisen die ProRail stelt.
2. De wijze waarop een ontwerp tot stand komt (modificatie tussen input en output).
3. De wijze waarop PvE en ontwerpvoorschriften uitwerking hebben op het ontwerp.

Na het vaststellen van de eisen van ProRail is het zaak meer te weten te komen over de inhoud van de ontwerptaak. In grote lijnen wordt beschreven hoe de ontwerper te werk gaat, met een beschrijving van input en output, voornamelijk om inzicht te krijgen. Van daaruit kan met de Systems Engineering als denkkader, welke al in een eerder hoofdstuk is omschreven, gekeken worden naar de eisen die aan dit proces gesteld kunnen worden. De resultaten worden gegoten in het bekende PMTE-paradigma van Martin. Het eindproduct is dan een beschrijving van het gewenste ontwerpproces op proces- en methodeniveau, met conceptontwikkelingen van bijbehorende tools/gereedschappen en eisen die gesteld worden aan de projectomgeving.

7.2 De certificering van ProRail

Grontmij Maunsell ICS heeft als bedrijf in het verleden een certificering ontvangen van ProRail voor onder andere de Treinbeveiliging. Deze certificering betekent dat het bedrijf zelfstandig ontwerpen kan en mag maken en controleren, waarbij de certificering als het ware de theoretische waarborg voor kwaliteit is. Ontwerpen voor treinbeveiliging (nieuwbouw, verbouw, renovatie of sloop) kunnen dan ook alleen door erkende (gecertificeerde) bedrijven gemaakt worden. De certificering vereist een bepaalde werkprocedure, die voor ieder gecertificeerd ingenieursbureau (hierna: IB) gelijk is: de bekende indeling van ontwerp en collationeringen. Om een beter beeld te krijgen van de kwaliteit zoals ProRail die stelt is het interessant om te kijken naar de erkenningsprocedure van ProRail: hoe verloopt de procedure en wat zijn de eisen?

Een aanvraag tot erkenning wordt ingediend bij de Erkenningscommissie van ProRail, die na bestudering van het dossier een advies uitbrengt aan de Tenderboard, die vervolgens een beslissing neemt. Het dossier bestaat uit een bij het specifieke branchedeel horende vragenlijst en referenties waarin naar verwezen wordt in die vragenlijst. De certificering is in principe drie jaar geldig, waarna deze herzien wordt, maar kan ook tussentijds beëindigd worden. Dit kan gebeuren op verzoek van het IB zelf, maar ook wanneer ProRail uit feiten op kan maken dat het bedrijf niet langer voldoet aan de eisen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer stelselmatig aantoonbare fouten gemaakt worden en ProRail het vertrouwen in de onderneming verloren heeft. Voor Grontmij Maunsell is dit een schrikbeeld dat dichterbij lijkt te komen: de problemen die het bedrijf momenteel kent moeten opgelost worden om de toekomst veilig te stellen. Schorsing zou betekenen dat het bedrijf minimaal een jaar lang zonder certificering zit, alvorens een nieuwe aanvraag gedaan kan worden. Afhankelijk van hoe ernstig een fout is kan ProRail ertoe overgaan de onderneming voor onbepaalde tijd uit te sluiten van certificering. Een en ander is terug te lezen in de Erkenningsregeling van ProRail⁵.

Wie nader in de als wetboek opgestelde erkenningsregeling kijkt, merkt dat er eigenlijk weinig specifieke inhoud aan gegeven is. Het document schijnt meer tot doel te hebben ProRail te vrijwaren van welk risico dan ook, aangezien werkelijk alles wat fout zou kunnen gaan bij een pro-

⁵ EP2006: Erkenningsregeling van ProRail. (12 april 2007). ProRail, afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, Utrecht. Bevat de reglementen omtrent de certificering.

ject in de regeling afgeschoven wordt op de opdrachtnemer. De vooraf veronderstelde toepasbaarheid van de certificering voor de kaderzetting van kwaliteit blijkt dan ook min of meer ijdele hoop geweest te zijn. Toch zijn er wel interessante aspecten uit de documenten te halen, waaronder de inhoud van het dossier en daarmee de wijze waarop ProRail denkt te kunnen garanderen dat gecertificeerde bedrijven over voldoende knowhow beschikken om zelfstandig goede ontwerpen te produceren. De voornaamste basis voor de certificering betreffen de referenties die het bedrijf, maar ook zijn medewerkers, in het verleden hebben verzameld. Dit wordt door ProRail samengevat onder de noemer *“technische en organisatorische bekwaamheid”*. Technisch betekent de kennis en kunde van het personeel, organisatorisch heeft betrekking op de wijze waarop de processen zijn ingedeeld. Van beiden moet voldoende bewijs geleverd worden aan ProRail. Het is juist deze eis die ten grondslag ligt aan het doel van dit document: het optimaal organiseren van de technische bekwaamheid van het personeel. Het gaat er namelijk om ervoor te zorgen dat de kwaliteiten die het personeel bezit tot uiting komt in optimale prestaties, ondersteund door de organisatie van het werk.

7.2.1 Eisen aan personeel

Een selectie naar relevantie van de eisen die ProRail stelt aan de medewerkers van het gecertificeerde bedrijf zijn hieronder weergegeven⁶:

“De ondernemer dient te zorgen voor een vakbekwame werkuitvoering door medewerkers en dient een werkcultuur, werkomstandigheden en een wijze van leidinggeven te bevorderen die een kwalitatief goede, veilige en milieuverantwoorde taakuitvoering mogelijk maakt.”

“De ondernemer dient te beschikken over kwantitatief en kwalitatief voldoende eigen personeel om de werkzaamheden op een goede, tijdige en veilige wijze uit te voeren. De ondernemer dient daartoe een opgave te doen van het beschikbare personeel voor uitvoering van opdrachten (...). Van alle functies die benodigd zijn om de processen goed te kunnen uitvoeren dienen tenminste twee CV's te worden ingediend waaruit de kwalificatie van de eigen medewerkers blijkt.”

“De ondernemer dient aan te tonen dat het in te zetten personeel vakbekwaam is. De werkgever moet daartoe van alle functies resp. taken vaststellen aan welke vakbekwaamheidseisen de medewerkers die de taken uitvoeren moeten voldoen (waaronder ervaringsjaren in de functie of taak). Voor een aantal kritische functies / taken zijn deze eisen door de opdrachtgever en door een erkende stichting vastgesteld in de 'ProRail lijst van kritische functies' (ACD00114)1. Medewerkers die deze kritische functies / taken uitvoeren moeten beschikken over een geldig, door of namens de aangewezen beheerstichting afgegeven, certificaat. De medewerker dient de door de branche via een erkende stichting verplicht gestelde opleiding(en) te hebben gevolgd.”

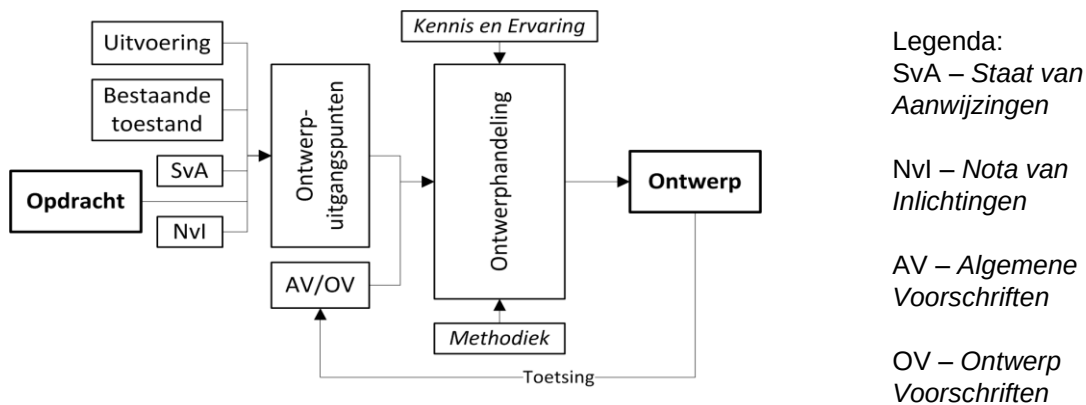
De belangrijkste conclusie die uit het voorgaande te trekken is, is dat de normering voor de certificering berust op de curriculum vitae van de medewerkers van het bedrijf. Alhoewel de beoordeling van de CV's in het midden blijft (er wordt met geen woord gerept over de eisen die eraan gesteld worden) blijkt dus toch dat de waarde van het personeel van het bedrijf actief getoetst wordt door ProRail. Gezien de certificering door ProRail is het personeel van Grontmij Maunsell ICS dus van voldoende kwaliteit. Uit de lijst met kritische functies blijkt dat voor vrijwel alle treinbeveiligingsaspecten een certificaat benodigd is. Wel is het zo dat de regeling niet waterdicht blijkt, omdat ook het volgende genoteerd staat: *“De ondernemer dient aan te tonen op welke wijze zij de vakbekwaamheid van medewerkers systematisch ontwikkelt (...)”*. Uit de knelpuntenanalyse is echter duidelijk naar voren gekomen dat er een gebrek aan training is binnen Grontmij Maunsell.

Een verdere zwakte in de regeling zelf is eenvoudig gevonden: *“(...) het periodiek beoordelen van de kwaliteit van het functioneren van de medewerkers door een vakinhoudelijk leidinggevende”*. Er is dus geen objectief beoordelingscriterium, zoals daar in het voorgaande stuk wel sprake van was middels de gevraagde certificaten en referenties. Een leidinggevende zou zich tegenover ProRail lelijk in de vingers snijden als hij zijn eigen personeel slecht beoordeelt.

⁶ Bron: Erkenningregeling van ProRail, Branche Ingenieursbureaus. (april 2007). AKI, ProRail

8 Totstandkoming van een Definitief Ontwerp

Wanneer men spreekt over 'fouten' gaat het over een ontwerp dat niet functioneert zoals het zou moeten functioneren. Dat kan zowel de werking zijn (het ontworpen stuk functioneert niet) als het niet voldoen aan de voorschriften of de uitgangspunten. Een ontwerper is ervoor verantwoordelijk dat de input die hij krijgt in de vorm van ontwerpuitgangspunten en voorschriften op een correcte manier vertaald wordt in een ontwerp, waarbij de toetsing achteraf (de collationeringen) geen discrepanties daartussen kan vinden. Aangezien dat wel het geval is, zijn de ontwerpers met hun momenteel gehanteerde methodiek dus niet in staat de ontwerpuitgangspunten en voorschriften zo te gebruiken dat er een foutloos ontwerp ontstaat. Hoe het ontwerpen gesitueerd is ten opzichte van input en output is weergegeven in Figuur 17.



Figuur 17: Ontwerphandelingen ten opzichte van input en output

Inmiddels gaat het erom te bepalen hoe de ontwerper de ontwerphandeling indeelt: waar hij begint, welke structuur er in zijn handelen en bijbehorend denkproces zit en uiteindelijk ook hoe hij ervoor zorgt dat de output in alle facetten in overeenstemming is met de input.

8.1 Input van de ontwerphandeling

De input wordt in eerste instantie gevormd door de opdrachtomschrijving, aangevuld met twee documenten die verduidelijken wat er gevraagd wordt: de Staat van Aanwijzingen en de Nota van Inlichtingen. Dit zijn twee documenten die vooraf zijn gegaan aan de gunning. Over het algemeen wordt er overigens zeer strategisch omgesprongen met vragen, aangezien de Nota van Inlichtingen voor alle inschrijvende bedrijven openbaar is. Een deel van de inlichtingen die van belang zijn voor de ontwikkeling van het ontwerp worden dan ook pas na gunning gevraagd. De randvoorwaarden bestaan dan uit de huidige toestand (de werkelijk bestaande toestand en de toestand van waaruit S- en OA-bladen ontworpen gaan worden, de 'virtuele toestand', in de vorm van de nieuwe OBE en OR bladen) en uitvoeringstechnische overwegingen, wat zoveel wil zeggen als ontwerpen met de uitvoerder in het achterhoofd. Voorschriften zijn de Algemene Voorschriften (AV) en de Ontwerp Voorschriften (OV). De AV zijn tekstueel vastgelegde 'omvattende' voorschriften (het "Wat"), die bijvoorbeeld aangeven hoever seinen van elkaar af moeten staan en welke kleuren ze moeten kunnen weergeven. De OV zijn het bij het "Wat" horende "Hoe", waarin vastgelegd is hoe een bepaald stroomschema ontworpen moet worden. Zoals in Figuur 17 weergegeven loopt de toetsing naar de AV en OV, wat aangeeft dat de Primaire Collationering de overeenstemming van het ontwerp met deze voorschriften toetst.

Voor het doel van dit onderzoek is het belangrijk meer inzicht te krijgen in de vorm van de ontwerputgangspunten, zodat bepaald kan worden hoe de ontwerper ze ontvangt en ermee aan de slag gaat. Voor een project waarbij een wissel verwijderd moest worden bijvoorbeeld, waren de uitgangspunten voor het definitief ontwerp verpakt in het ten behoeve van de wisselsanering gewijzigde RVTO. Er was geen PvE of SvA voor. Het voordeel hiervan was dat de uitgangspunten voor de sanering zeer concreet waren, aangezien gedetailleerd tot op het verplaatsen van lussen en wijzigen van naamgeving beschreven was wat de werkzaamheden omvatten.

Een ander document dat tot voorbeeld kan dienen is de engineeringsuitvraag van ProRail voor een bepaald project⁷, waarin het PvE zeer uitgebreid op uit te voeren werkzaamheden ingaat, alhoewel het slechts de civieltechnische wijzigingen zijn. In eerste instantie staat beschreven uit welke deelprojecten het project bestaat: het vernieuwen van wissels in Uitgeest en Lelylaan, het vernieuwen van het spoor en ballastbed bij Amersfoort en het horren van de Schiphollijn. Per deelproject wordt vervolgens nader gedefinieerd uit welke (civieltechnische) werkzaamheden het bestaat. Het is dan aan het IB om uit te zoeken wat de gevolgen daarvan zijn voor bijvoorbeeld de treinbeveiliging: in het hele document is de enige verwijzing naar het bestaan van treinbeveiliging opgenomen in de algemene eisen, waar gesproken wordt over S- en OA-bladen en in de cryptische omschrijving "...inclusief bijkomende werkzaamheden". Dit is dus een typisch voorbeeld van een project dat terechtkomt bij baan/civil, waarbij zij het seinwezen weer aansturen voor de productie van wijzigingen in de treinbeveiliging.

De in het voorbeeld genoemde vervanging van wissels kan gevolgen hebben voor het OBE blad, en daarmee voor het DO. Wijziging van het OBE blad betekent per definitie een wijziging in het RVTO, zodat het project dat bij baan/civil is binnengekomen, voor treinbeveiligingszaken doorgegeven wordt aan het seinwezen, waarbij een wijziging van het RVTO plaatsvindt. De OBE en OR bladen die daar uitkomen dienen vervolgens voor de ontwerp als ontwerputgangspunten. Het moge duidelijk zijn dat deze ontwerputgangspunten geen geschreven eigen product is van de ontwerper, maar bestaat uit de OBE bladen, OR bladen en voorschriften.

8.2 *Output van de ontwerphandeling*

In de voorgaande paragraaf is omschreven welke input de ontwerphandeling heeft, terwijl de output onbeschreven is gebleven. Het ontwerp bestaat uit een verzameling bladen; langwerpige papieren die de naam S-blad of OA-blad (of de M van montage, in dezelfde categorie als OA) dragen. Het gaat hier om stroomloopschema's (S-bladen), welke de eigenlijke ontwerpen zijn en de overzichten apparatuur (OA-bladen), waarin de stroomloopschema's als het ware aan elkaar en aan de buitenwereld gekoppeld worden. Het zijn letterlijke voorstellingen van de rekeningen in de relaiskasten met daarin aansluitingen op spoelen ten behoeve van de relais'. Er zijn voor een ontwerp verschillende categorieën stroomloopschema's, van bijvoorbeeld wisselbediening, spoorstroomloop (detectie van de aanwezigheid van een trein), ATB, seinsturing en assentellers. Deze verschillende delen van het ontwerp zijn functioneel gezien aan elkaar gerelateerd in ontwerputgangspunten (OBE en OR). Het opmerkelijke daarbij is dat de ontwerper door de vorm van zijn output dus al gedwongen wordt om met een zekere gelaagdheid te ontwerpen en werkzaamheden dus al zijn opgesplitst.

Wie door het kantoor van de afdeling loopt, ziet talloze bundels tekeningen liggen, die bestaan uit de genoemde bladen en samen het betreffende project vormen. Een dergelijke bundeling kan bijvoorbeeld bestaan uit een enkele wissel, een baanvak of deel van een emplacement, alles afhankelijk van de omvang (opdracht) van het project. Om een beter beeld te krijgen van de functionaliteit die ontworpen wordt en hoe deze door middel van de wijze van notatie onderverdeeld is in componenten wordt als voorbeeld een project genomen waarbij een wissel gesaneerd werd. Daarbij omvat de bundel tekeningen van het project zoals weergegeven in Tabel 14, in volgorde van opname in de bundel, waarbij het eerste blad vooraan zit.

⁷ Engineeringsuitvraag project L-08-C003, BBV Cluster Randstad Noord

Naam blad	Afkorting	Aantal
Normale stand (standaardblad)	E-blad	1x
Wisselsturing	E-blad	1x
Wisselstraatvasthouding	F-blad	7x
Seinsturing	K-blad	9x
Coderelais ATB	N-blad	7x
Lampketens	P-blad	5x
Spoorstroomlopen	Q-blad	3x
Spoorherhalingsrelais	R-blad	2x
Wisselstroomvoeding (sturing)	T-blad	1x
Gelijkstroomvoeding (detectie)	T-blad	1x
Ringleiding Kabelverdeler	U-blad	1x
Ringleiding	U-blad	12x
Voeding en Ringleiding	U-blad	1x
Herhalingsrelais	Y-blad	2x
Ahob	Z-blad	2x
Signalering Wissels	Z-blad	1x
Signalering Secties	Z-blad	1x

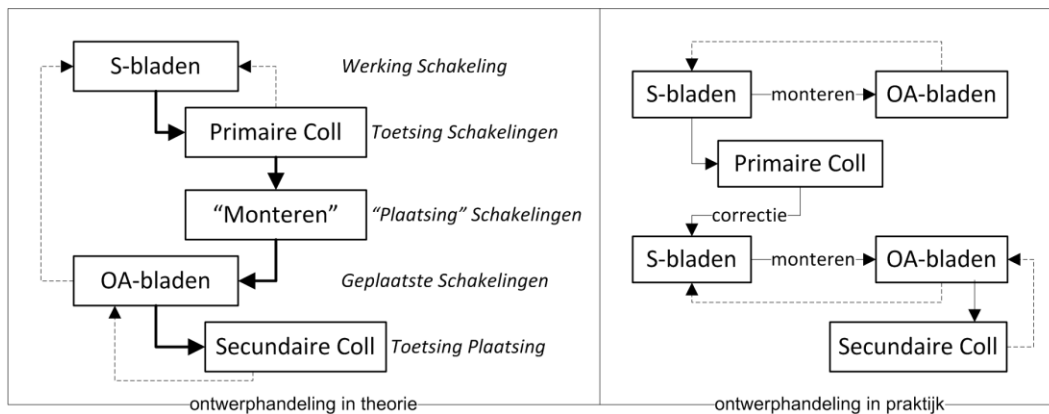
Tabel 16: Soort en omvang van S-bladen binnen voorbeeldproject

Door de omvang van Tabel 13 is duidelijk geworden dat er zeer veel kleinere en grotere onderdelen van een ontwerp zijn, die samen de functionaliteit van (in dit geval) het wissel vormen. In principe zijn de benamingen van de bladen sprekend, waarbij door middel van de codering in letters enige verwantschap in functie duidelijk wordt, zoals bij de ringleidingen (de aansluitpunten van de schakelingen) op de U-bladen en de stroomvoeding op de T-bladen. De reden voor opname van deze tabel wordt nog eens extra benadrukt: om te zien hoe de structuur van het ontwerpproces door middel van decompositie gestuurd wordt, niet door een bewuste opdeling van onderdelen door de ontwerper, maar door de 'scripts' die de tekeningen hem opleggen.

8.3 *Ontwerphandeling: modificatie tussen input en output*

In Figuur 18 is nader weergegeven hoe de ontwerphandeling er uitziet in theorie en in de uitvoering in de praktijk. In de praktijk worden S- en OA-bladen veelal tegelijkertijd vervaardigd, meer uit gewoonte dan met een duidelijke achterliggende reden zoals tijdsbesparing. Deze weergave is rechts in Figuur 18 weergegeven. De ene ontwerper vindt het makkelijker om op de tweede wijze te werk te gaan, omdat het volgens hem netto nauwelijks tijdverlies ten gevolge heeft wanneer er wijzigingen op S-bladen zijn, die dus wijzigingen op de OA bladen betekenen en andersom. Een andere ontwerper heeft weer een andere voorkeur. Het is echter wel duidelijk dat de structuur van de theoretische ontwerpwijze ordelijker is, zodat het nog maar de vraag is of de instinctieve werkwijze daadwerkelijk beter – of nauwelijks slechter – is, of alleen in de beleving van de ontwerper.

Wanneer de ontwerper zich beperkt tot eenzelfde soort handeling, heeft hij beter overzicht en zit hij meer 'in' het maken van het ontwerp. Het tegelijk vervaardigen van Schemabladen en OA bladen voldoet hier niet aan, omdat ze anders van karakter zijn. De eerste is de ontwerptechnische uitwerking van functionele eisen, terwijl de tweede meer detailleringtechnisch is, omdat het de daadwerkelijke aansluiting van componenten betreft. Het tegelijkertijd vervaardigen van S- en OA-bladen betekent dus het schakelen tussen twee wijzen van denken, terwijl opperste concentratie benodigd is om in eerste instantie die vertaling van de functionele eisen in het ontwerp foutloos te laten geschieden. Daarnaast biedt het voordelen voor de verdeling van taken, omdat het wijzigen van OA-bladen theoretisch ook door iemand anders gedaan kan worden.



Figuur 18: Ontwerphandeling in theorie en praktijk

Een ontwerphandeling begint zogezegd bij een stroomloopschema; om precies te zijn de seinsturing. Afhankelijk van de opdracht wordt in eerste instantie gekeken naar wat weggehaald kan worden ("opruimen"), waarbij afhankelijk van de opdracht in het achterhoofd gehouden wordt welke onderdelen hergebruikt kunnen worden, als de opdracht naast weghalen ook creëren omvat. Vanzelfsprekend is een opdracht het wissel weg te halen eenvoudiger dan een opdracht een wissel te plaatsen. Het eerste bestaat voornamelijk uit het schrappen van schakelingen en het verbinden van de overgebleven contacten, terwijl het laatste veelal ingrijpende gevolgen heeft voor de schema's.

Nadat het schema van de seinsturing aangepast is, volgt de spoorstroomloop; een benodigdheid voor de seinsturing, omdat de aanwezigheid van een trein over het algemeen (zeker voor een baanvak) bepalend is voor de stand van het sein. Het gaat te ver om de exacte volgorde te bepalen, het belangrijkste is dat geconcludeerd kan worden dat er een decompositie plaats vindt in ontwerpstappen en niet in de uitgangspunten, anders dan in de methodiek verscholen zit. De uitgangspunten hebben dus alleen invloed op de eerste stap, zijnde de seinsturing. Alle subsequente bladen volgen uit de bladen die eraan vooraf gaan.

8.3.1 Van uitgangspunt naar schakeling, het probleem in meer detail

De ontwerper heeft, door de immense omvang van de AV's en OV's, weinig tot geen ontwerp-vrijheid, zodat de vreugde in het werk ergens anders vandaan moet komen. Door de opbouw van de tekeningen, die samen een systeem vormen, is de ontwikkeling van een ontwerp voor de treinbeveiliging eigenlijk het bouwen van een strategie: "als dit, dan dat" wat tot gevolg heeft dat iets anders dan weer niet mag gebeuren of juist wel. Het gaat om de omzetting van deze situaties naar een concrete vertaling in schakelingen. Aangezien in de knelpuntenanalyse naar voren gekomen is dat kennis en kunde op het gebied van op treinbeveiliging toegesneden elektrotechniek binnen Grontmij Maunsell zeker in voldoende mate aanwezig is – wat ook blijkt uit de certificering die ProRail gegeven heeft – liggen de problemen die het bedrijf ondervindt dus vooral tussen de ontwerpuitgangspunten en de schakelingen in: in de ontwikkeling van de strategieën, of eigenlijk het gebrek daaraan. Het blijkt namelijk dat ontwerpers direct overstappen van uitgangspunten naar het ontwerpen van schakelingen, zonder eerst een expliciete vertaalslag te maken naar functionaliteiten die terugkomen in bijvoorbeeld de als/dan vorm. Dit heeft tot gevolg dat het ontwerp niet expliciet naar een aantal situaties gevormd wordt, maar meer afhankelijk is van de ervaring die de ontwerper heeft in het vertalen van eisen naar schakelingen. Vanzelfsprekend werkt dit door een bepaalde mate van willekeur onzekerheid in de uitkomsten in de hand, waarbij nooit duidelijk is wat de herkomst van een fout is en het oplossen ervan (ook voor de toekomst) dus moeilijk gemaakt wordt. Ook de ontwerper bevindt zich in zekere zin in niemandsland.

In een goed functionerend ontwerpproces worden veel zaken vastgelegd, net als bijvoorbeeld in de RVTO fase gedaan wordt, zoals uit de knelpuntenanalyse blijkt. Het bleek tevens dat dit in de DO fase ook nauwelijks aan documentatie gedaan werd. Een van de gesproken ontwerpers houdt voor zichzelf bij welke tekeningen hij in handen heeft van een project en welke versie en

status die hebben, evenals welke tekeningen hij nog nodig heeft of juist niet. Daadwerkelijke documentatie van ontwerpkeuzes of herkomst van oplossingen wordt echter niet geproduceerd, niet vooraf en niet achteraf. Daar ligt dan ook de voornaamste oorzaak voor het probleem: de ontwerpers hebben vooraf niet onomstotelijk vastgelegd hoe ze hun ontwerp willen uitvoeren en welke eisen ze eraan stellen, zodat ze tijdens het ontwerpproces niet op de instrumenten van het vliegtuig kunnen vliegen maar aangewezen zijn op hun ervaring.

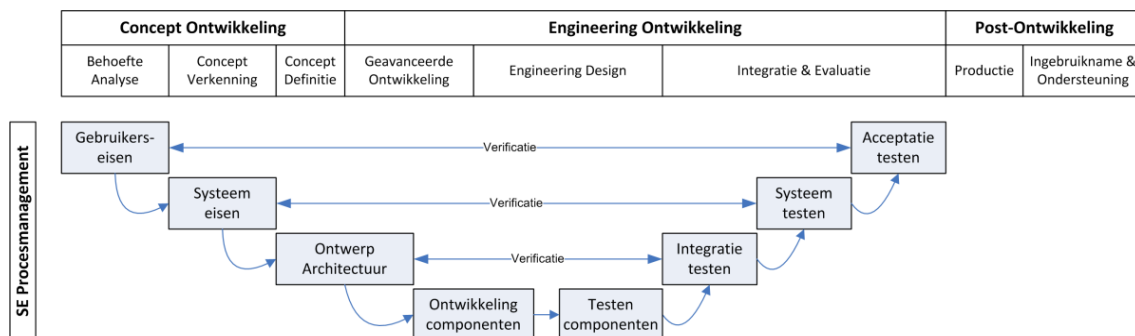
Het is de verantwoordelijkheid van de ontwerper om tot een foutloos ontwerp te komen en hij dient dit te bewerkstelligen door een overzichtelijk en gestructureerd proces te doorlopen. Niet alleen voor een ander, maar ook voor zichzelf. Dit betekent een concretisering van stappen en strategieën, zoals deze ook door het gedachtegoed van de Systems Engineering voorgeschreven wordt.

9 Toepassing van SE binnen het PMTE-paradigma

De voornaamste les die uit het gedachtegoed van de Systems Engineering getrokken kan worden is dat expliciet gemaakt moet worden van welke dingen men van te voren uit gaat. Dat betekent meer nadruk op de voorkant van het ontwikkelproces en een concretisering van regels, randvoorwaarden en aannames die de ontwerper hanteert bij het creëren van een ontwerp.

9.1 Vertaling van het proces

De eerste stap is nu het plaatsen van het ontwerpproces binnen de SE levensloop, alvorens het te bewerken en aanbevelingen te kunnen doen over gaten in de invulling of functionaliteit. Dit betekent het definiëren van de procesdimensie uit het PMTE-paradigma. Daartoe is in Figuur 19 nogmaals de Systems Engineering Life-Cycle (vanaf hier: LC) opgenomen, zoals deze in Hoofdstuk 6 al naar voren gekomen is. De stappen die in deze LC opgenomen zijn worden besproken in het licht van de beveiligingstechniek en de wijze waarop het ontwerpproces momenteel plaatsvindt. Daarna is een aangepast diagram te maken waarin de structuur van het ontwerpproces zoals deze volgens SE ingedeeld zou moeten zijn duidelijk naar voren komt.



Figuur 19: Systems Engineering Life-Cycle (Stevens, 1998; Kossiakoff & Sweet, 2003)

➤ De gebruikerseisen zijn opgenomen in het Programma van Eisen, welke slechts de functionaliteit bevat (bijvoorbeeld de opdracht een wissel te saneren). In deze fase is het van belang te analyseren wat de opdrachtgever eigenlijk vraagt, wat deze graag wil en hoe dit uitgevoerd kan worden (verkenning). Inzichten, keuzes en aannames dienen goed vastgelegd te worden zodat men hier in latere fases op kan terugkijken. Vooral dient aandacht besteed te worden aan het definiëren van de scope van het project, zodat er niet onnodig extra dingen gedaan worden.

➤ De systeemeisen bestaan in eerste instantie uit het aangepaste RVTO of SvA. Hierin is concreet gemaakt welke eisen er aan het systeem gesteld worden. De ontwerpvoorschriften moeten hier ook toe gerekend worden. Omdat het in dit hoofdstuk vooral over het Definitief Ontwerp gaat wordt over de systeemeisen verder niet uitgewijd. Het belangrijkste is dat met het RVTO de functionele eisen uit de vorige stap uitgekristalliseerd zijn in een concrete voorstelling, in de vorm van een (VT-)OBE, OS en OR bladen. Deze bladen vormen de voornaamste ontwerpuitgangspunten, samen met de voorschriften en SvA (als dat er is). Ook hier is het belangrijk vast te leggen welke conclusies er getrokken worden uit het RVTO en welke bijzonderheden er zijn die van belang zijn voor de DO fase. Uit de knelpuntenanalyse bleek dat dit in de RVTO fase op eigen initiatief al plaatsvindt, maar het is zaak hier gestructureerd mee om te gaan.

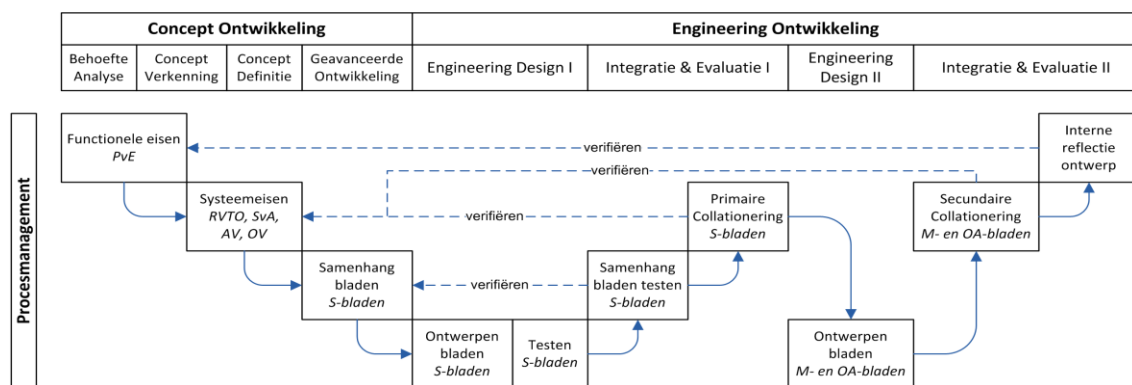
- Ontwerp Architectuur is een minder eenduidige stap in het proces. De meest voor de hand liggende uitleg is de structurering van de ontwerptekeningen: welke tekeningen zorgen voor welke functies en hoe worden ze gerelateerd aan de systeemeisen? Omdat het beveiligingstechnische ontwerp ongeveer altijd van dezelfde vorm is, is er niet werkelijk sprake van een architectuur. Het gaat er dus specifiek om dat de systeemeisen op een bepaalde manier terugkomen in de wijze waarop het ontwerp gestructureerd wordt, in dit geval dus in de systematiek van de tekeningen. Omdat er een kader gegeven moet worden waaraan de integratie getest kan worden, dienen er dus concretisering van de systeemeisen op bladniveau beschreven te worden. Het betreft dan de wijze waarop het ontwerp opgedeeld is (welke bladen zijn noodzakelijk) en welke wijzigingen daarop aan te brengen zijn. Aangezien de opbouw van de output (de tekeningen) dus de opdeling van zowel het ontwerpproces als het ontwerp bepaalt, kunnen de systeemeisen op eenzelfde manier ontleed worden. Het ontwerpproces begint bijvoorbeeld bij het stroomloopschema van de seinsturing. Dat wordt allereerst aangepast, doordat vastgelegd wordt welke uitgangspunten op dit blad van toepassing zijn, waarbij goed gekeken wordt naar de systeemeisen. Natuurlijk is het niet de bedoeling precies te weten welke wijzigingen plaats moeten vinden, dat is het ontwerpen zelf. Het gaat erom dat de ontwerper zich bewust wordt van zijn keuzes, de uitwerkingen van eisen op de ontwerpen en de structuur van het project bezien door de tekeningen en de invloed van de systeemeisen daarop. Dit moment van 'bezinning' zorgt voor een betere voorbereiding, die volgens de theorie over SE uiteindelijk zal zorgen voor tijdsbesparing in latere fasen van het traject. Een betere voorbereiding betekent een betere prestatie, welke naar verwachting een kortere toetsing- en aanpassingslag tot gevolg heeft en daarmee een netto besparing op tijd en kosten.
- De ontwikkeling van componenten betreffen alle te wijzigen S-bladen, zij vormen samen het ontwerptechnische gedeelte. Dit is een fase die overgelaten wordt aan de kennis en kunde van de ontwerper. Zoals eerder naar voren gekomen is wordt deze kennis en kunde in principe gewaarborgd door de certificering van ProRail. In dat licht is het belangrijk dat in de ontwikkeling rekening gehouden wordt met de certificering per medewerker.
- Het testen van de 'componenten' zou men vervolgens kunnen zien als de primaire collationering, waarin bepaald wordt of het ontwerp veilig is; of het 'klopt'. Zuiver volgens de V structuur bezien wordt hier echter een beetje gesmokkeld: in de primaire collationering wordt getoetst aan voorschriften, die deel uitmaken van de Systeemeisen. Wanneer men in de balk boven het diagram kijkt in Figuur 19, wordt ook duidelijk dat het testen van componenten nog onder Engineering Design gerekend moet worden. Dit is bij een Primaire Collationering – welke een zuivere controlestap is – niet het geval. De meest logische conclusie is dan ook dat de Primaire Collationering geen test is, maar een controle van het systeem: nog voorbij 'Integratie testen' dus. Het testen van componenten moet dan ook meer gezien worden als de tests die de ontwerper zelf toepast op zijn ontwerp om voor zichzelf duidelijk te krijgen of zijn ontwerp functioneert. Testen valt daarmee dan ook meer onder methode dan onder proces en vindt, in tegenstelling tot het diagram, niet alleen na maar vooral ook tijdens de creatie plaats. De precieze methode die de ontwerper daarvoor gebruikt maakt echter geen deel uit van de scope van dit onderzoek: het is zuivere elektrotechniek.
- Het testen van integratie is niet eenvoudig toe te wijzen aan een stap in het bestaande ontwerpproces. Bekeken bij het verificatieniveau (architectuur van het ontwerp) zou het moeten slaan op de integratie van de tekeningen, vertaald naar de overeenkomst tussen de eisen per blad en de realisatie daarvan op de tekening. In deze fase is het onder meer belangrijk dat de ontwerpers niet méér doen dan de originele opdracht (in de vorm van de uitgangspunten) gebod. De toets aan geconcretiseerde eisen op laag niveau moet zorg dragen voor een op detail vastgelegd en gecontroleerd ontwerp, zodat ontwerpers een concreet houvast hebben voor hun werkzaamheden. Op het moment dat zij signaleren dat wat zij denken te moeten maken afwijkt van hun uitgangspunten, is het dan makkelijker om tijd te zien waar meerwerk zich bevindt.
- Het controleren van het systeem is zoals eerder opgemerkt de primaire collationering, die zorg draagt voor een toetsing aan de voorschriften, het leeuwendeel van de ontwerpuitgangspunten. Aangezien de OA-bladen pas na deze stap gemaakt mogen worden en deze op hun

beurt weer effect (kunnen) hebben op de S-bladen, wordt hier de V-vorm doorbroken doordat er een nieuwe cyclus van ontwerp & test plaatsvindt, zij het op een ander vlak. De systeemtest komt dan ook een tweede keer voor in de vorm van een secundaire collationering.

➤ Na de secundaire collationering is de systeemtest afgerond en komt de cyclus uit bij acceptatie testen. Dit is een stap die over het algemeen niet letterlijk gemaakt wordt, omdat deze theoretisch gegarandeerd wordt door de certificering van ProRail. Bij uitzonderlijk complexe of kritische ontwerpen wil het nog wel eens voorkomen dat een ontwerp door ProRail nog nagekeken wordt, maar in de praktijk is het ontwerpproces afgelopen op het moment dat de secundaire collationering plaatsgevonden heeft en alle fouten verwerkt zijn. De acceptatietest wordt dan voor waar aangenomen. Een interne reflectie zou echter nuttig zijn om deze acceptatietest toch expliciet te maken en daardoor meer gebruikergericht op te leveren (en dat ook te kunnen aantonen!). Tevens kunnen in deze stap lessen voor de toekomst naar voren komen.

9.2 Vertaalde LifeCycle in beeld

Nu duidelijk is hoe het ontwerpproces in termen van Systems Engineering gezien kan worden en waar dus de gelijkenissen en hiaten zich bevinden, kan een op beveiliging toegespitst ontwikkelingsproces beschreven worden, dat weergegeven is in Figuur 20. Een kleine kanttekening is dat omwille van het overzicht de terugkoppeling van OA-bladen naar S-bladen niet is weergegeven. In de praktijk kunnen wijzigingen op de OA-bladen ten gevolge van aanpassingen uit de secundaire collationering gevolgen hebben voor de S-bladen. Deze moeten dan opnieuw primair gecollationeerd worden. Tevens geldt dat de interne reflectie op het ontwerp in principe ook al plaatsvindt na de primaire collationering.



Figuur 20: LifeCycle Ontwerpproces DO op basis van Figuur 19

Nu het proces gevangen is in de vorm zoals we die van System Engineering kennen, dient een nadere analyse plaats te vinden van methoden die hierbij gehanteerd kunnen worden. Het proces geeft de vorm aan, terwijl de methoden de invulling daarvan betekenen. Het is vanuit de vraagstelling van dit onderzoek voornamelijk van belang in te gaan op de methoden voor procesbeheersing, de engineering zelf valt buiten de scope van dit onderzoek.

9.3 Ontwikkeling van het methodeniveau

In deze paragraaf wordt getracht met name op functioneel niveau een beschrijving te geven van de toe te passen methoden binnen het ontwerpproces, omdat de scope van dit onderzoek een benadering op elektrotechnisch detail niet omvat en ook niet kan leveren. Voor deze paragraaf kan geput worden uit de aspecten in het analysekader zoals beschreven in Hoofdstuk 7 op pagina 28. Er zijn een aantal aspecten die naar voren dienen te komen in de methodiek:

- Planning
- Organisatie
- Controle
- Sturing
- Integratie

De toepassing van deze vijf aspecten binnen het proces wordt normaal gesproken geregeld in de documenten die een SE proces meestal standaard bevat: het SEMP (SE management plan), SEDE (SE environment plan), SEMS (SE management schedule) en SEDS (SE detailed schedu-

le). Toch is het voor de eerste toepassing van het gedachtegoed van Systems Engineering op deze afdeling niet noodzakelijk om tot het kleinste detail aan deze plannen in te voeren. Het gaat erom alle punten die naar voren gekomen zijn in de vertaling van het SE proces in deze plannen onder te brengen, terwijl wijzigingen aan een of meerdere van die punten gedurende het project hun weg vinden naar een aanpassing in de documenten. Belangrijk is nu te kijken naar de problemen die de knelpuntenanalyse naar voren heeft gebracht, zodat gericht inhoud gegeven kan worden aan de plannen. Het resultaat bestaat uit documenten die niet per definitie dezelfde naam of functie hebben als de voorgenoemde plannen. De rode lijn is de creatie van een methode om de vijf aspecten tijdens de ontwikkeling van het definitief ontwerp te beheersen.

9.3.1 Beheersen van het DO door middel van het SEMP

Belangrijk is om bij aanvang van een project vast te leggen wat er gedaan moet worden. Er moet een raamwerk gecreëerd worden waarin de vijf aspecten uit het voorgaande terug moeten komen, zodat dat raamwerk in feite een Plan van Aanpak is, maar dan in een officiëlere en robuustere vorm. De uitvoering van het DO begint al in eerdere stadia, waar de gebruikers- en systeemeisen onderzocht en gedefinieerd worden. De uitwerking van de eisen op het Definitief Ontwerp kunnen dan ook het beste bepaald worden in een plan dat vanaf de start van het project geschreven wordt en reguleert wanneer wat gebeurt en hoe. Dit betekent de creatie van een SEMP, het document waarin zoveel mogelijk zaken met betrekking tot de projectontwikkeling en -beheersing zijn vastgelegd om de vijf eerder genoemde attributen ten minste in theorie te kunnen garanderen. Hierin wordt dan het volgende vastgelegd:

- 1) Proceskader
 - a) Opdrachtdefinitie: letterlijke omschrijving, visie, scope
 - b) Raming: tijd, kosten, uitgangspunten, kentallen, input
 - c) Functionele eisen (PvE)
- 2) Procesbeheersing
 - a) Organisatie: structuur, taakdefinities, toewijzing taken en bevoegdheden, communicatie
 - b) Planning: procesdefinitie, plaats binnen totaal, onderdelen
 - c) Controle: coördinatie, informatie

Ad. 1a) Het proceskader geeft aan wat het project precies is, of anders gezegd binnen welke grenzen geopereerd gaat worden. De opdrachtdefinitie is de visie die Grontmij Maunsell op de opdrachtomschrijving heeft, welke conclusies zij daaruit trekt, maar vooral ook wat de scope van het project is. Hierin is het per definitie belangrijk om onderscheid te maken tussen de letterlijke opdrachtomschrijving (waar op ingeschreven is) en de functionaliteit zoals Grontmij Maunsell deze denkt te realiseren. Vaak zit hier een verschil tussen, dat in een later stadium voor meerwerk zal zorgen en waarvan het belangrijk is dit tijdig te signaleren.

Ad. 1b) De raming is een voorname input voor de procesbeheersing, omdat hier de kosten bepaald zijn die ontwikkeling naar verwachting zal vergen. Deze inschattingen kunnen voornamelijk dienen als input voor de planning, maar vormen ook een kader voor organisatie en controle. Inzet van medewerkers is namelijk afhankelijk van of ze wel of geen taken mogen uitvoeren, en in combinatie met de planning is dan vast te stellen of bepaalde taken überhaupt wel uitgevoerd kunnen worden. De koppeling raming/planning draagt bij aan een beter wederzijds begrip van interne capaciteit: de persoon die de offerte produceert heeft een beter beeld van de inzet van personeel, terwijl de planner weet binnen welke marges hij personeel in moet zetten. Voor de raming is het dus van belang dat de overwegingen die de maker gebruikt duidelijk gecommuniceerd worden naar de planner, maar ook naar andere personen die verantwoordelijk zullen zijn voor de totstandkoming van het project. Een onderdeel daarvan is het vastleggen van de input voor het project. Dit betekent bijvoorbeeld het bepalen van aan te vragen tekeningen, uit te voeren onderzoek (informatievraag), et cetera.

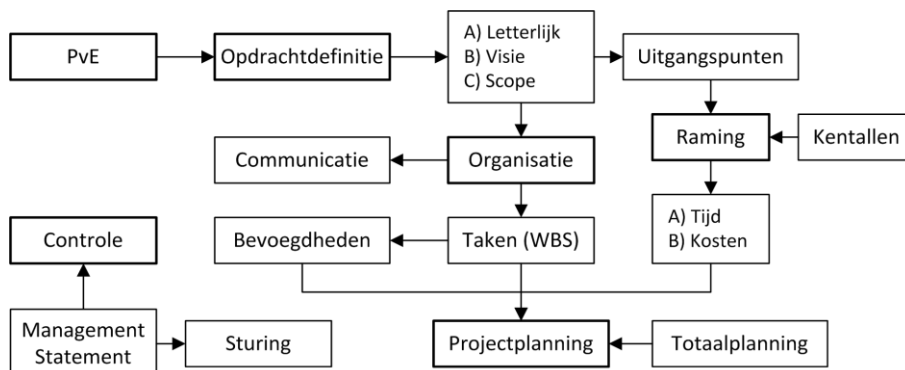
Ad. 1c) De functionele eisen aan het ontwerp betreft het PvE zoals dat door ProRail geleverd is. Dit kan zijn een omvattend PvE (zoals gebruikt is in paragraaf 10.1) of een direct PvE of enig ander document waarin de opdracht van ProRail beschreven is. Dit punt onderscheidt zich van punt a door het ontbreken van een interpretatie: het gaat om de letterlijke originele eisen.

Ad. 2a) Procesbeheersing heeft betrekking op de indeling van het proces, of anders gezegd, hoe degene die het project in eerste instantie vormgeeft vastlegt hoe het project uitgevoerd dient te worden. Het is het 'tailoren' van de procesindeling, zodat een simpel project als een wisselsanering niet benaderd wordt als het wijzigen van een emplacementlay-out. Dit komt voornamelijk terug in de opzet van de projectorganisatie, waarin een bepaalde structuur zorgt voor duidelijkheid en logica. Het is daarin belangrijk dat op grond van de ontwerpuitgangspunten taken gedefinieerd worden, die meer zeggen dan een zinsnede als 'het maken van een ontwerp'. Alle acties die op een bepaald moment aan iemand toegewezen worden maken deel uit van deze beschrijving, wat ook gezien kan worden als de WBS (Work Breakdown Structure). Op deze manier vindt er visualisatie plaats van het ontwerpproces, zoals een coureur voor de race zijn ogen sluit en het parcours nog eens afgaat in gedachten. Wanneer gedocumenteerd is welke taken er uitgevoerd moeten worden, wordt het tijd om te bepalen wie er in aanmerking komen voor deze taken: gezien de bevoegdheden kan niet iedereen zomaar ingezet worden. Een ander punt, dat ook onder organisatie gerekend kan worden, is een communicatieplan. In dit plan kan vastgelegd worden welke wijze van communicatie ingezet wordt voor welke doeleinden en hoe deze uitgevoerd dient te worden. Dit onderdeel is ingegeven door de huidige problematische informatiestroom, zoals naar voren kwam in de knelpuntenanalyse.

Ad. 2b) De takenstructuur en bevoegdheden vormen nu samen met de offerte het kader voor de personeelsinzet en daarmee de planning. De offerte schrijft voor hoeveel tijd beschikbaar is voor een bepaalde taak, welke vervolgens aan de hand van de takenlijst verdeeld wordt en aan de hand van bevoegdheden ingepland. Een omvattende planning van alle aanwezige projecten laat zien welke mogelijkheden er zijn voor de inzet van personeel. De planning is hiermee een product van eerdere overwegingen en als het ware wederom een visualisatie van het ontwerpproces, maar dan verder ingekaderd. Planning is namelijk een belangrijk onderdeel van de uitvoering van het proces, maar vaak moeilijk te overzien bij te weinig beschikbare informatie.

Ad. 2c) Het derde onderdeel van de procesbeheersing is de wijze waarop controle wordt geregeld. Kort gezegd betekent dat het toewijzen van verantwoordelijkheden. Het is daarmee verwant met de taakstructuur, gecombineerd met bevoegdheden, maar met dat verschil dat het hier voornamelijk om beheerstaken gaat, zoals het bijhouden van de status van het project(ontwerp) middels protocol- en reviewformulieren. Ook de definitie van de middelen zelf en hun plaatsing in de tijd is hier van belang. In die zin is dit een deel van de projectstructuur: controleformulieren zijn gateways en beheersing daarvan zorgt voor een geordende structuur. De onduidelijkheid over managementstijl die naar voren gekomen is in de knelpuntenanalyse kan weggenomen worden door een 'management statement' in dit onderdeel, waarin de leidinggevende vastlegt hoe hij de ontwikkeling van het project denkt te gaan sturen en controleren. Dat hoeft echter niet noodzakelijk een permanent onderdeel te zijn.

De inhoud van het SEMP is in Figuur 21 in een flowchart samengevat, om de structuur en de logica van het document beter inzichtelijk te maken.



Figuur 21: Logische opbouw SEMP

Het SEMP is het belangrijkste managementtechnische document, omdat alle afspraken, randvoorwaarden en uitgangspunten erin zijn vastgelegd en dus te allen tijde een basis is voor de ontwerper om zijn ontwerp op een gedegen wijze te maken. Alleen het SEMP voldoet echter niet, zoals in het theoriedeel over SE al naar voren kwam kunnen de SEDE, SEMS en SEDS ook een belangrijke rol spelen, met name in de beheersing op taken.

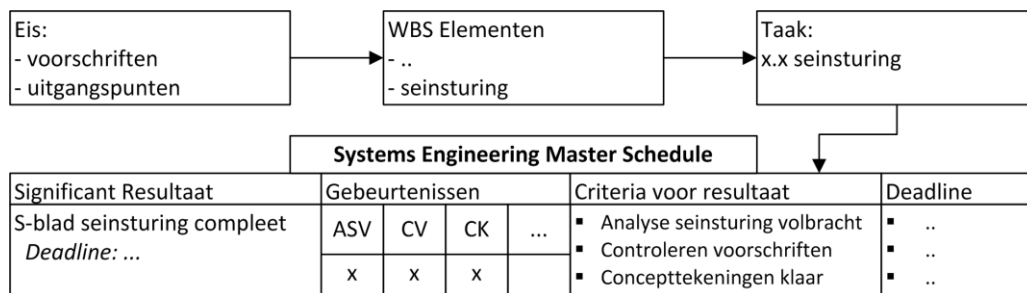
Het valt op dat bij bovenstaande indeling min of meer integratie plaatsgevonden heeft van de SEDE in het SEMP, waarbij beiden vergeleken met de beschrijving in paragraaf 8.5 flink vereenvoudigd zijn. De reden hiervoor is dat de meeste projecten qua complexiteit matige eisen stellen en opname in een enkel document de transparantie voor de medewerkers ten goede komt. Het is namelijk van belang dat de medewerkers die het project uitvoeren het nut inzien van het SEMP, maar vooral ook in staat zijn de inhoud te vatten: het moet een robuuste leidraad zijn. Zoals al in het desbetreffende hoofdstuk genoemd is dient het SEMP een 'levend' document te zijn, wat ook inhoudt dat er input van medewerkers voor nodig is, maar vooral ook afspraken over hoe veranderingen in opdracht of omstandigheden hun uitwerking moeten vinden in het project. De visie zoals deze in het proceskader is opgesteld speelt hier een rol in, omdat hier getracht wordt al een beeld te krijgen van de mogelijke ontwikkelingen in de toekomst. Wanneer die ontwikkelingen zich dan voordoen is het eenvoudiger om er op in te spelen.

9.3.2 Rol en vorm van de SEMS en SEDS

Wat nu nog ontbreekt, is een op detailniveau uitgewerkte takenlijst. In het SEMP is de takenlijst op een neutrale wijze opgenomen, zodat deze gebruikt kon worden om de personeelsinzet te relateren aan ramingen en bevoegdheden. Het is echter belangrijk dat deze lijst ook gaat dienen om de inzet van de ontwerper te kunnen sturen: de takenlijst krijgt dan meer de vorm van een checklist en er worden succescriteria aan toegevoegd. De theorie gaf al enkele belangrijke voordelen aan van het gebruik van een SEMS, zoals een dergelijk document genoemd wordt:

1. Contractuele en/of financiële 'aansporing' om te voldoen aan kwantitatieve criteria
2. Functie als een procescontroletool om de realisatie van een taak te verzekeren
3. Project Management voorzien in progressiecriteria
4. Verminderen van ontwikkelrisico
5. Bijbrengen van ontwerpdiscipline

In principe zijn al deze punten terug te vinden in de knelpuntenanalyse, of beter gezegd, dat zijn ze niet. Vandaar ook dat de SEMS naar verwachting een belangrijke rol zal kunnen spelen in de vermindering of uitbanning van fouten in ontwerpen. Vooral de criteria zijn een belangrijk deel van de SEMS, het document dat vooral gericht is op controle over het engineeringproces. Het bevat de taken op blad-niveau, zoals in de vertaalde proces-LC naar voren gekomen is. De ontwerptaak heeft een aantal functies waaraan voldaan moet worden, die via de WBS onderzocht zijn. Zo is bijvoorbeeld een wijziging in de seinsturing van een bepaald wissel een onderdeel van de SEMS. Een dergelijke taak kan weer uitgesplitst worden in verschillende subtaken, zoals het onderzoeken van het systeem, het schrappen van onderdelen, het toevoegen van onderdelen, het maken van een concepttekening, et cetera. Wanneer deze taken volbracht zijn wordt dit afgesloten met een kruisje in de desbetreffende kolom. Hoe een (deel van een) SEMS er in dit geval uit zou kunnen zien is in Figuur 22 weergegeven. Hier is het tijdsaspect ook aan toegevoegd.



Figuur 22: Voorbeeld van een deel van een SEMS

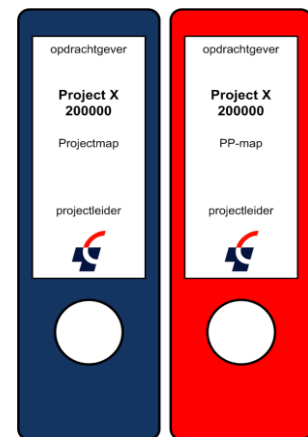
In een bijlage bij de lijst kunnen stappen toegelicht of nader gedefinieerd worden. Contractuele en financiële consequenties dienen hierin duidelijk opgenomen te worden. Het is vervolgens aan de sturende/controlerende functionaris om het SEMS te gebruiken en genoemde voordelen mogelijk te maken. De zwart op wit vastgelegde consequenties kunnen hem daarbij van dienst zijn. Overigens is door de toevoeging van deadlines (en eventuele spelingsruimte) de functie van de SEDS geïntegreerd met de SEMS.

9.4 Tools

Nu methodes van beheersing vastgelegd zijn is het van belang in te vullen hoe ze praktisch gezien een plaats krijgen. Het SEMP moet bijvoorbeeld voor iedereen benaderbaar zijn en op een eenvoudige maar eenduidige manier gewijzigd kunnen worden, wanneer zich bijvoorbeeld veranderingen voordoen in de opdracht (iets wat bij ProRail vaker voorkomt). Tools in de zin van de computer die gebruikt wordt om te tekenen, zoals in de uitleg over het begrip gebruikt is, staat hier wat verder van weg. Het is op dit moment niet noodzakelijk, noch mogelijk, om in te gaan op zaken als computerprogramma's die gebruikt worden voor projectmanagement.

9.4.1 Informatievoorziening in de PP-map

Het gebiedt aanbeveling om een aparte locatie te gebruiken voor procesgerelateerde documentatie, waar momenteel zaken als protocolformulieren in de projectmap zelf toegevoegd worden. Een eenvoudige procestool is dus het aanleggen van een aparte projectprocesmap, die onafscheidelijk is van de projectmap zelf, maar bijvoorbeeld een andere kleur heeft (de projectmappen zijn doorgaans blauw, zodat rood een goede kleur zou zijn voor de PP-map). In deze map worden alle documenten die betrekking hebben op de beheersing samengevoegd, zodat degene die de status van een project wil controleren in deze map direct kan terugvinden wat de afspraken waren, wat ze nu zijn en hoe ver de ontwikkeling gekomen is. De inhoud van de map begint met een indexblad, waarop versienummers en wijzigingsdata zijn weergegeven. In subseculente secties is alle nuttige informatie opgenomen, zoals de SEMP, de SEMS, alle protocol- en reviewformulieren en een logboek. Ook de documentatie van ontwerpkeuzes is een belangrijk deel van deze map. Als laatste is het evident dat ieder document een naam, status en datum draagt, zodat in een later stadium, tijdens de reflectie, precies kan worden nagegaan hoe het project verlopen is en wie wat heeft gedaan en op welk moment.



9.4.2 Statusformulieren

Momenteel worden het protocolformulier en het reviewformulier gebruikt om de kwaliteit te toetsen. Een collationeerder of controleur verbindt zijn handtekening aan het formulier en geeft het een status. Op deze wijze is controle geen vrijblijvende actie en behoren zinsneden als 'kijk het nog even na' tot het verleden. Helaas is het echter zo dat niet voor iedereen duidelijk is waar de formulieren nu precies voor dienen. Aangezien ze ook perfect ingezet kunnen worden voor controle van de status van een ontwerp (iedere kritieke fase wordt afgesloten met een formulier) moet er een gestandaardiseerde en overzichtelijke wijze van gebruik komen.

De genoemde indexbladen voorin de PP-map zijn hier een goede oplossing voor. Op dit formulier houdt de projectverantwoordelijke bij, welke formulieren er in de map zitten en wat hun status is. Voordat bijvoorbeeld een primaire collationering plaatsvindt, zijn de S-bladen in concept klaar. Dit wordt afgetekend op het PP-indexblad (ook op de SEMS!) en een versienummer wordt daaraan toegevoegd. Wanneer de primaire collationering gedaan is wordt het bijbehorende protocolformulier toegevoegd aan de PP-map en wordt de aanwezigheid ervan wederom op het indexblad aangegeven, ook weer aangeduid met een versienummer. De wijzigingen die ten gevolge van de primaire collationering aan het ontwerp gedaan moeten worden, leiden na afloop tot een nieuwe aantekening op het indexblad en een verhoogd versienummer voor de S-bladen. De daaropvolgende collationering wordt wederom afgetekend en krijgt een hoger versienummer, et cetera. Aangezien het bijwerken van het indexblad en de SEMS enigszins dubbelop is gebiedt het wellicht aanbeveling deze twee taken door verschillende mensen te laten uitvoeren. Het is aan Grontmij om die taakverdeling verder te bepalen.

9.4.3 Voorschriften

Het blijkt dat voorschriften nog te weinig gebruikt worden in het ontwikkelen van een ontwerp, zodat in de procesvertaling naar voren gekomen is dat ook tijdens het ontwerpen hier al expliciet naar gekeken moet worden. Er zijn momenteel lijsten met alle versies van normen en voorschriften, maar het kost de ontwerper te veel tijd om dit iedere keer zelf op te zoeken. De ontwikkeling van een database waarin op steekwoord gezocht kan worden (zodat bij 'seinbeelden' alle relevante voorschriften naar voren komen) zou de documentatie van normen voorafgaand aan de ontwerphandeling drastisch vereenvoudigen. Gelukkig zijn er geluiden dat ProRail orde wil gaan scheppen in de voorschriften, zodat er wellicht op de middellange termijn verbetering komt in de situatie. Desondanks gebiedt het aanbeveling om intern meer te doen (en actiever om te gaan) met de voorschriften dan momenteel het geval is. Een standaardchecklist is al van groot nut.

9.5 Omgevingsaspecten

Knelpunten in de huidige projectomgeving bieden een leidraad voor het omgevingsaspect waarbinnen het ontwerpproces plaats zal vinden. De projectomgeving is datgene dat bepaalt of alle tools, methodes en processen ook daadwerkelijk uitgevoerd kunnen worden. Een mooie sportwagen met hoogwaardige benzine en een goede chauffeur kan geen gebruik maken van zijn potentie als er alleen zandweggetjes zijn om op te rijden. Daarom is het noodzakelijk de juiste omstandigheden te creëren voor een florerend ontwerpproces. Hierbij zal voornamelijk de knelpuntenanalyse behulpzaam zijn, van waaruit aanbevelingen gedaan kunnen worden over de projectomgeving. Er worden hier twee van de belangrijkste aspecten uitgelicht.

Ten eerste is het belangrijk dat verantwoordelijkheden duidelijk zijn. De taken die uitgevoerd moeten worden zijn vastgelegd in het SEMP en gerelateerd aan de SEMs, terwijl in het SEMP met de planning ook is vastgelegd wie voor welke taak verantwoordelijk is. In zijn algemeenheid is het echter noodzakelijk dat de organisatiestructuur van de gehele afdeling duidelijk is: momenteel vallen taken veelal tussen mensen in en wordt ad hoc bepaald wie een bepaalde openliggende taak of verantwoordelijkheid op zich neemt. Tijdens de ontwikkeling van een DO is de PE bijvoorbeeld aansprakelijk voor de interne ontwikkeling, terwijl de PL dat extern is. De gebieden die overlap kennen zijn niet gedefinieerd, zoals het beheer van de protocol- en reviewformulieren. Nu is het zo dat de PE verantwoordelijk is voor de productie van de protocolformulieren, maar niemand dat er vervolgens iets mee, zodat de functie van de protocolformulieren in het gewisse blijft. Het is van essentieel belang dat vooraf duidelijk is welke taken door welke functionaris uitgevoerd moeten worden. Een directe aanbeveling is dus het ontwikkelen van functieomschrijvingen en het aanvullen of wijzigen van de huidige organisatiestructuur. Het gaat voor dit onderzoek echter te ver om dit tot in detail uit te werken.

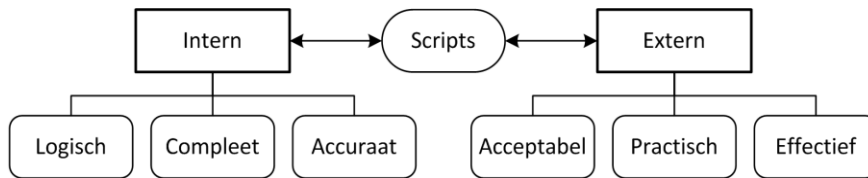
Een ander omgevingsaspect dat zeer belangrijk is voor een goede uitvoering van het ontwerpproces is de aanwezigheid van informatie. Dit geldt zowel voor het intranet als voor de fysieke bereikbaarheid en ordening van bijvoorbeeld projectmappen en ontwerpvoorschriften. Er moet een duidelijke ordening komen in de plaatsen waar zaken te vinden zijn, waar een goede documentatie over interne processen bij hoort. Bij aanvang van dit onderzoek bleek al dat er bijna niets op papier staat, of als het dat al staat niet ergens centraal en makkelijk verkrijgbaar is. Wanneer men op een bepaald moment informatie nodig heeft over bevoegdheden, taken of procedures zou het dus bijzonder nuttig zijn als deze informatie op een centrale plaats aanwezig is. Een voor de hand liggende locatie is in de kast bij de ProRail voorschriften. Wanneer er op een bepaald moment een vraag is die niet door deze documentatie beantwoord kan worden, dient hier een opmerking over gemaakt te worden, die prima in het digitale kwaliteitsbeheersysteem⁸ 'Orka' ingediend kan worden, maar voor de overzichtelijkheid ook aan die interne informatie moet worden toegevoegd. Het management moet hier een actieve rol in spelen, zodat onduidelijkheden zo snel en effectief mogelijk kunnen worden opgelost, waarbij het vanzelfsprekend weer van belang is bevoegdheden en verantwoordelijkheden duidelijk vast te leggen.

Voor overige omgevingsaspecten wordt verwezen naar de analyse van de knelpunten in de projectomgeving in paragraaf 8.2.

⁸ Niet te verwarren met beheerssysteem

9.6 Assessment rapport

De assessment theorie zoals deze in paragraaf 5.4 genoemd is kan nu nog kort belicht worden. Aangezien dit gehele rapport in theorie al aan deze eisen voldoet is dit dus slechts een formele stap. Desondanks is het belangrijk dit nog concreet te maken, voornamelijk ook om de verwachte acceptatiegraad voor de afdeling in ieder geval in potentie te verhogen. De criteria zijn onderstaand nog eens weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23: Assessment Criteria (Kolkman, 1996)

9.6.1 Assessment Intern

Logisch Door het gebruik van theoretische aspecten uit de literatuur over Systems Engineering en gerelateerde theorie (het in dit rapport veelgebruikte PMTE-paradigma van Martin) en de directe en beargumenteerde vertaling daarvan naar de situatie op de afdeling beveiliging van Grontmij Maunsell ICS draagt zorg voor de logica.

Compleet Door de vele gesprekken, interviews en observaties die plaatsgevonden hebben gedurende langere tijd (veertien weken) is dit rapport uitgegroeid tot de huidige grootte. Alle relevante aspecten komen aan bod, alhoewel er uiteraard altijd kleinere dingen zijn die niet zijn opgenomen. Omdat dergelijke punten geen relevante bijdrage hebben kan gesteld worden dat het document compleet is. De enige aanmerking die mogelijk is, is dat het verbetervoorstel slechts conceptueel uitgewerkt is en weinig diepgang biedt. Gezien de studierichting en –fase en daarmee expertise van de auteur van dit rapport is de huidige vorm echter te verantwoorden.

Accuraat De precisie van de resultaten is in de huidige vorm bruikbaar voor verbetering van de arbeidsprocessen bij Grontmij Maunsell. De knelpunten geven concrete punten aan waarop verbeteringen mogelijk en nodig zijn, de concrete invulling van velen ervan komen echter op het bord van de verantwoordelijken binnen de organisatie en kunnen onmogelijk ingevuld worden door de auteur van dit rapport. De oordelen ten slotte, evenals gebruikte informatie is door het gebruik van interviews per definitie gekleurd, maar worden ondersteund door regelmatige positieve reacties van werknemers en overeenkomst met eerder uitgevoerde onderzoeken.

9.6.2 Assessment Extern

De assessment extern bestaat voornamelijk uit aspecten die de acceptatiegraad uitmaken, wat zoals in paragraaf 5.4 naar voren kwam, buiten de scope van dit onderzoek valt. Een vervolg op dit onderzoek zou de acceptatie kunnen onderzoeken en de voorgestelde veranderingen diensengevolge aanpassen en verbeteren zodat de acceptatiegraad vergroot wordt. De drie aspecten kunnen wel kort behandeld worden op grond van persoonlijke verwachtingen van de auteur.

Vermoedelijk zal de acceptatiegraad van de voorgestelde maatregelen op sommige vlakken laag liggen. Medewerkers zullen naar verwachting vooral ageren tegen de in hun ogen overdadige toepassing van definiëren vooraf, waar ze liever meteen beginnen bij het ‘doen’. Dit is geprobeerd te ondervangen door de voordelen van een dergelijke (SE) structuur expliciet te maken. Daarnaast lijken mensen per definitie moeite te hebben met veranderingen. Op hetzelfde vlak ligt het aspect praktisch. Wanneer de gemiddelde medewerker gevraagd wordt of hij het praktisch vindt om eerst vast te leggen welke voorschriften hij zal gaan gebruiken bij het ontwerpen zal hij dit niet handig vinden: het kost immers extra tijd. Evenzo kan het splitsen van de ontwikkeling van S- en OA-bladen door sommigen als onpraktisch gezien worden: zij zijn dit zo gewend. In het rapport is zoals gezegd echter een goede onderbouwing gegeven voor de veranderingen, waarbij de precieze implementatie van de veranderingen natuurlijk nog enige ruimte voor aanpassing overlaat. De effectiviteit van de maatregelen moeten natuurlijk uit de praktijk blijken, maar de basis voor de voorstellen is in ieder geval de aanwezige theoretische effectiviteit.

10 Bronnen

Documentatie beveiligingstechniek:

- <http://www.spoortechniek.nl/indexnl.htm>
- <http://www.homepages.hetnet.nl/%7Emarctiny/>

Documentatie Systems Engineering:

- Department of Defence. (2001, January). *Systems Engineering Fundamentals*. Virginia, Fort Belvoir: Defense Acquisition University Press.
- Federal Highway Administration. (2007, January). *Systems Engineering guidebook for ITS* (version 2.0). California: Author.
- Kossiakoff, A., & Sweet, W.N. (2003). *Systems Engineering: principles and practice*. New Jersey, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Martin, J.N. (1996). *Systems Engineering Guidebook: A process for developing systems and products*. FL, Boca Raton: CRC Press Inc.
- Stevens, R., Brook, P., Jackson, K., & Arnold, S. (1998). *Systems Engineering: coping with complexity*. Prentice Hall.
- Extracten uit: *INCOSE SE Handbook*, version 2.0
- Covello, V.T., Merkhofer, M.W. (1993), *Risk Assessment Methods – Approaches for Assessing Health and Environmental Risks*. NY, New York: Plenum Press.
- Kolkman, M.J. (1996). *Modelleren van Integrale Civieltechnische Systemen 2, reader*. Enschede, Universiteit Twente.

Documentatie organisatie en knelpuntanalyse:

- *RVOI Bijlagen A t/m H*. retrieved march 28, 2008 from <http://www.ingenieurs.net/Resource.phx/plaza/RVOI.htx>. KIVI/NIRIA
- Procesdocumentatie afdeling beveiliging (2003, 2007). Grontmij Maunsell ICS
- *Het Railverkeerstechnisch ontwerp*. (2007). Grontmij Maunsell ICS, Zwolle.
- Interviews medewerkers afdeling beveiliging (march 2008). Grontmij Maunsell ICS

Documentatie ProRail:

- *EP2006: Erkenningsregeling van ProRail*. (april 2007). Afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, Utrecht: ProRail
- *Erkenningsregeling van ProRail, Branche Ingenieursbureaus*. (april 2007). Afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, Utrecht: ProRail
- *Standaard Voorwaarden Ingenieursbureaus*. (oktober 2001). Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, Utrecht: NS Railinfrabeheer
- *Algemene voorwaarden voor het verrichten van diensten*. (februari 2003). Afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, Utrecht: ProRail
- *ProRail lijst van kritische functies*. (oktober 2007). Afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, ProRail
- Bijlage 1, Gestructureerde interviewvragen “Ingenieursbureaus” uit *Prestatiemeten 2006, basisrapport*. (maart 2006). Afdeling Aanbestedingszaken, Kostenmanagement en Inkoop, ProRail

Documentatie ontwerpuitgangspunten:

- *Blauwkapel Saneren wissels 1043 A/B, Railverkeerstechnisch Ontwerp*. (december 2006). Grontmij Maunsell ICS, Zwolle. Author: A.J. Visser
- *Engineeringsuitvraag project L-08-C003 BBV Cluster Randstad Noord*. (februari 2008). ProRail

11 Bijlagen

Bijlage A: Lijst van afkortingen	I
Bijlage B: Ontwerpproces afdeling beveiliging	II
Bijlage C: Procesopdeling afdeling beveiliging	IV
Bijlage D: Protocolformulier	VI
Bijlage E: Reviewformulier	VII
Bijlage F: Inhoud Interview	VIII