

Systems Engineering op de goede weg

Naar een effectievere werkwijze.



B. Dimmendaal
Apeldoorn, 29 oktober 2007

Systems Engineering op de goede weg

Naar een effectievere werkwijze.

Afstudeerverslag van Boj Dimmendaal
Apeldoorn, 29 oktober 2007

Opdrachtgevers:

Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Opleiding Civiele Techniek



BAM Wegen Regio Oost
Molenmakershoek 3
Postbus 10004
7301 GA Apeldoorn



KOAC-NPC
Schumanpark 43
7336 AS Apeldoorn



Afstudeercommissie:

Ir. K. Th. Veenvliet	(Universiteit Twente)
Ir. F. Tolman	(Universiteit Twente)
Dr. Ir. H.L. ter Huerne	(Universiteit Twente)
Ing. P.J.H. Staats	(BAM Wegen Regio Oost)

Voorwoord

Dit rapport is het eindresultaat van mijn afstudeertraject bij de studierichting Civiele Techniek van de faculteit Construerende Technische Wetenschappen aan de Universiteit Twente. Het onderzoek is uitgevoerd bij BAM Wegen Regio Oost en KOAC-NPC. Ik wil deze bedrijven dan ook hartelijk bedanken voor de mogelijkheid die ze mij geboden hebben om mijn afstudeeropdracht te kunnen uitvoeren.

Het afstuderen is voor mij een leuke en erg leerzame periode geweest. Natuurlijk is ook bij mij niet het gehele proces naar wens verlopen, maar volgens mij hoort dat bij een afstudeerproces. De dingen die verkeerd lopen zijn goede leermomenten. Over het geheel ben ik tevreden met het verloop en uiteindelijke resultaat van het onderzoek.

Het onderzoek had nooit goed afgerond kunnen worden zonder de hulp van mijn begeleiders. Allereerst wil ik Fedde Tolman bedanken voor zijn vakkundige begeleiding. Zonder je kritische vragen en het meedenken over oplossingen was ik nooit tot dit resultaat gekomen. Ook Peter Staats wil ik bedanken, je enthousiasme en motiverende gesprekken hebben mij geholpen om gemotiveerd te blijven en tot een goede afronding te komen. Verder wil ik mijn begeleiders vanuit de Universiteit Twente dhr. Veenfliet en dhr. Ter Huerne bedanken, jullie sturing is erg belangrijk geweest voor de ontwikkeling en structuur van het rapport.

Naast mijn begeleiders heb ik ook veel steun gehad van de medewerkers van beide bedrijven. Mijn speciale dank gaat uit naar Ab, Roel, Willem, Bart en Johan die vanuit BAM veel tijd en energie hebben gestoken in mijn onderzoek. Verder wil ik alle andere collega's bedanken voor de goede werksfeer en fijne tijd die ik heb gehad.

Tot slot wil ik nog mijn ouders bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun tijdens mijn studie en het afstuderen.

Boj Dimmendaal
Lochem, oktober 2007

Samenvatting:

Het doel van het onderzoek is het opstellen van een SE model voor opdrachtnemers in de GWW-sector. Het nut van een dergelijk model is invulling geven aan de vraag van opdrachtgevers tot meer transparantie en beheersing van de werkprocessen.

BAM Wegen Oost (BAM-O) wil haar procedures daarop aanpassen. De redenen zijn wensen van Opdrachtgever (klant) en efficiëntere werkwijzen van BAM-O.

Om te constateren of het model verbeteringen oplevert is er een meetlat nodig.

Het onderzoek is te verdelen in de volgende stappen:

Voor het verkrijgen van een meetlat zijn eerst een viertal Systems Engineering Capability (Maturity) Modellen met elkaar vergeleken, om een geschikt model voor dit onderzoek te kiezen. Uit deze afweging is het SE-CMM als meeste geschikte model gekomen, omdat deze tussen de verschillende SE benaderingen het grootste onderscheid aangeeft.

Om een goed beeld te krijgen van Systems Engineering en de waarde van Systems Engineering, is gebruik gemaakt van analogieën tussen de vakgebieden Civiele Techniek, Elektrotechniek en Systeemkunde. De waarde van Systems Engineering is op dezelfde manier uitgelegd, met behulp van een analogie tussen mechanica en Systems Engineering. Deze stap was nodig om een in beeld te krijgen hoe het SE Model eruit moest komen te zien.

De matrixmethode is in dit onderzoek opgesteld met als doel de huidige Systems Engineering aanpak van BAM-O te verbeteren. De methode maakt gebruik van boomstructuren en matrices om van een “vage” klantwens te komen tot een uitgewerkt ontwerp en is zodoende een aanvulling op de huidige Systems Engineering aanpak van BAM Wegen Oost. De matrixmethode betekent een verbetering van de proces areas in de techniek categorie van SE-CMM, de twee andere categorieën (project en organisatie) zijn bewust buiten beschouwing gelaten.

Het project “N50 – Hattemberbroek – Kampen Zuid” is als benchmark gekozen voor de huidige Systems Engineering aanpak van BAM Wegen Oost. Bij dit project is door BAM-O expliciet gebruik gemaakt van Systems Engineering.

Het SE-CMM is gebruikt om het Systems Engineering van RWS, Pro Rail en de praktijk van de N50 te beoordelen. Het SE proces van de N50 scoorde op de meeste proces areas gelijk of beter dan die van RWS en Pro Rail, bij deze beoordeling horen echter de volgende kanttekeningen:

- het SE proces van RWS en Pro Rail is niet volledig gedocumenteerd
- de vraagspecificatie van RWS bij de N50 heeft de SE-CMM score van BAM-O (N50) mogelijk verbeterd.

De volgende stap is geweest om te kijken of de matrixmethode, als toevoeging aan de Systems Engineering aanpak van BAM-O (N50), een verbetering van de SE-CMM score tot gevolg heeft. Het toevoegen van de matrixmethode heeft een verbetering van de SE-CMM score tot gevolg.

In het onderzoek is vervolgens een vergelijking gedaan tussen SE-CMM en de matrixmethode. SE-CMM beoordeelt een SE proces op basis van het niveau waarop activiteiten worden uitgevoerd, het niveau is een maat voor de doelmatigheid van een proces. De matrixscore bepaald de doeltreffendheid van het product. De matrixscore is een relatieve score, waarbij het onderlinge verschil in score tussen de verschillende opties telt. Uit deze

onderlinge vergelijking tussen SE-CMM en de matrixmethode is naar voren gekomen dat een hogere doelmatigheid van het proces (hoge SE-CMM score) een doeltreffender eindproduct oplevert (ander matrixscore).

Om te zien of het onderzoek en de aanbevelingen aansluiten bij de behoeften van de medewerkers, is een tijdens het onderzoek een minisymposium georganiseerd voor een geselecteerd aantal medewerkers van BAM-O en KOAC. Het minisymposium was opgezet om de medewerkers te informeren over het onderzoek en te laten reageren op het onderzoek. Het doel hiervan is om de betrokkenheid van medewerkers tot het onderzoek te vergroten en de kans te vergroten dat er na het onderzoek wat wordt gedaan met de resultaten.

Na het minisymposium is een case studie uitgevoerd om de werking van de matrixmethode te tonen. Als case is de keuze van de middenbarrier bij de N50 genomen. Deze case studie had tevens als doel om zowel de bruikbaarheid van de handleiding als de bruikbaarheid van de matrixmethode te testen. Naar aanleiding van de test is de handleiding aangepast en als uitkomst heeft de case studie de meerwaarde van de matrixmethode onderkend.

Conclusies:

- Het SE-CMM is een geschikt model om onderscheid te maken tussen verschillende SE benaderingen.
- De score van de matrixmethode zegt iets over de doeltreffendheid van het product. De matrixscore verandert bij een hogere SE-CMM score, blijkbaar heeft de doelmatigheid van het proces invloed op de doeltreffendheid van het product. De meerwaarde van de matrixmethode is in een case studie onderkend.
- De matrixmethode is alleen een verbetering voor de techniek categorie van SE-CMM.
- De matrixmethode is een prototype in de vorm van excelsheets.

Aanbevelingen:

- Gebruik het SE-CMM om verschil te meten tussen verschillende SE benaderingen.
- Implementeer de matrixmethode binnen de huidige SE aanpak van BAM-O (N50).
- Maak de matrixmethode gebruiksvriendelijker door de ontwikkeling van een ICT-tool waarin de rekenstappen van de matrixmethode automatisch worden uitgevoerd.
- Begin met toepassen van de matrixmethode op kleine projecten of project onderdelen.
- Voer onderzoek uit naar de mogelijkheden om de project en organisatie categorie te verbeteren

Summary

The purpose of this research is to draw up a Systems Engineering model for civil engineering contractors. The benefit of such a model is to fill in the demand of the principals for more transparency and control over the work processes of the contractors. BAM-O wants to adjust her processes on this demand. The reason is the demand from the principals and more efficient working methods for BAM-O.

To establish the improvements of the model there is need for a measuring staff.

The research is divided in next steps:

Four Systems Engineering Capability (Maturity) Models are compared, to choose a suitable model as measuring staff for this research. As the result of this comparison, the SE-CMM was chosen as most suitable model, because this model made the biggest distinction between the various Systems Engineering approaches.

Analogies between Civil Engineering, Electrical Engineering and Systems Engineering are used to get a clear definition of Systems Engineering. The analogy between mechanics en Systems Engineering was used to explain the value of Systems Engineering. This step was necessary to get a better idea about how the SE model should look like.

The matrix method, drawn up during this research, has the purpose to improve the current the BAM-O Systems Engineering approach. The method uses breakdown structures and matrixes to work from a vague (customer) desire to a complete design. The method is an addition to the current Systems Engineering approach of BAM-O (N50). The matrix method means an improvement of the process areas in the engineering category, the other two process categories have deliberately set out of sight.

The project “N50 – Hattenerbroek – Kampen Zuid” is chosen as benchmark for the current Systems Engineering approach of BAM-O. BAM-O made explicit use of Systems Engineering during this project.

The SE-CMM is used to judge the System Engineering of Rijkswaterstaat, Pro Rail and the routine of the N50. De score of the N50 was on most process areas equal or better than the other two, but there are some marginal comments to this score:

- the SE process of Rijkswaterstaat en Pro Rail is not fully documented
- the demand specification from Rijkswaterstaat for the N50, possibly upgraded the score of the BAM-O (N50)

The next step was to see if the matrix method, as addition to the current Systems Engineering approach of the BAM-O (N50), improves the SE-CMM score. The addition of the matrix method means an improvement of the SE-CMM score

In this research we compared the SE-CMM with the matrix method.

The judgement of SE-CMM is based on the level whereupon activities are being accomplished, the level is a measure for the effectiveness of the process. The matrix score defines the effectiveness of the product. The matrix score is a relative score, it is about the difference in score between the various options.

The comparison between SE-CMM and the matrix method showed that a more effective process (higher SE-CMM score) leads to a more effective product (different matrix score).

During the research a minisymposium is organized to see if the research and recommendations fit with the needs of the employees of the BAM-O. The minisymposium was designed to inform the employees and to give them the opportunity to react on the research. The goal of this was to create more commitment of the employees to the research and to increase the chance that the results of the research are being used.

After the minisymposium one case study is worked out to show the effect of the matrix method. The choice for the barrier on the N50 was chosen as case study. The purpose of this case study was also to test the usefulness of the handbook and the matrix method. As result of the test the handbook is adjusted and the surplus value of the matrix method was recognized.

Conclusions:

- The SE-CMM is a suitable model to make distinction between various SE approaches.
- De matrix method changes by a higher SE-CMM score, the effectiveness of the process apparently has influence on the effectiveness of the product. The surplus value is recognized in a case study.
- The matrix method is only an improvement for the engineering category of SE-CMM.
- The matrix method, in its present form, is just a prototype.

Recommendations:

- Use the SE-CMM to measure distinction between SE approaches.
- Implement the matrix method in the current SE approach of BAM-O.
- Make the matrix method more user-friendly by developing an ICT tool for the calculation steps of the method.
- Start to apply the matrix method on smaller projects or parts of a project.
- Conduct research for possibilities to improve the project en organisation category of SE-CMM

Inhoudsopgave:

Voorwoord	5
Samenvatting:	6
Summary	8
Inhoudsopgave:	10
Lijst van gebruikte afkortingen	12
1. Inleiding en Leeswijzer	13
1.1. Inleiding	13
1.2. Leeswijzer	13
2. Onderzoeksopzet	14
2.1. Inleiding	14
2.2. Beschrijving van organisaties	14
2.3. Probleemdefiniëring:	16
2.3.1. Probleemstelling:	17
2.3.2. Kennisbelang:	17
2.3.3. Doelstelling:	17
2.4. Onderzoeksubject:	17
2.5. Onderzoeksmodel:	18
2.6. Afbakening onderzoeksmodel:	19
2.6.1. Theorie CMM modellen:	19
2.6.2. Theorie SE:	19
2.6.3. Wegenbouwkennis:	19
2.6.4. Informatie RWS:	19
2.6.5. Informatie Pro Rail:	19
2.6.6. Informatie BAM-O N50:	19
2.7. Vraagstelling:	20
2.8. Onderzoeksmethodiek	21
3. Systems Engineering Capability (Maturity) Models	23
3.1. Inleiding	23
3.2. Systems Engineering Capability Models	23
3.2.1. SE-CMM (EPIC)	23
3.2.2. SECAM	23
3.2.3. EIA I/S 731:SECM	24
3.2.4. SE-CMMI	24
3.3. Vergelijking modellen	25
3.3.1. Overeenkomsten	25
3.3.2. Verschillen	26
3.4. Afweging Systems Engineering Capability (Maturity) Model	27
4. Theorie Systems Engineering	29
4.1. Inleiding	29
4.2. Wat is Systems Engineering	29
4.3. Wat is de waarde van Systems Engineering	30
4.4. Systems Engineering Procedure	33
5. Matrixmethode voor de techniek categorie	35
5.1. Inleiding	35
5.2. De techniek categorie in relatie met het V-model	35
5.3. De matrixmethode	36
5.3.1. Relatiematrices:	38

5.3.2.	Berekening correlatiematrixes.....	41
5.3.3.	Matrix berekeningen	43
5.3.4.	Gevoeligheid doorrekenen matrices.....	46
5.3.5.	Gevoeligheid matrices matrixmethode.....	49
5.3.6.	Relatie matrixmethode met proces areas techniek categorie	53
6.	Huidige Systems Engineering procedure BAM Wegen Regio Oost (N50).....	54
6.1.	Afbakening N50 Hattermerbroek – Kampen Zuid	54
6.1.1.	Inleiding	54
6.1.2.	Dimensies	55
6.1.3.	Aspecten	63
6.2.	De samenhang met de proces areas van SE-CMM	71
6.3.	Systems Engineering BAM-O N50.....	73
6.3.1.	Inleiding	73
6.3.2.	Systems Engineering N50	73
6.4.	Resultaten SE-CMM beoordeling	75
7.	Vergelijking SE-CMM en matrixmethode.....	78
7.1.	Inleiding	78
7.2.	SE-CMM Scores	79
8.	Conclusies en Aanbevelingen	85
8.1.	Conclusies	85
8.2.	Aanbevelingen.....	86
	Begripsbepaling.....	87
	Referentielijst	88
	Literatuur:.....	88
	Internet:	89
	Bijlagen:	90

Lijst van gebruikte afkortingen

BA	Basis Activiteit
BAM-O	BAM Wegen Regio Oost
CAWG	Capability Assesment Working Group
D&C	Design en Construct
EPIC	Enterprise Process Improvement Collaboration
EIA	Electronic Industries Association
GWV	Grond, Weg en Waterbouw
INCOSE	INternational Council On Systems Engineering
KFA	Key Focus Area
KOAC	KOAC-NPC
N50	Project: N50 – Hattenerbroek – Kampen Zuid
PA	Process Area
RWS	Rijkswaterstaat
SE	Systems Engineering
SECAM	Systems Engineering Assessment Model
SECM	Systems Engineering Capability Model
SE-CMM	Systems Engineering Capability Maturity Model
SE-CMMI	Systems Engineering Capability Maturity Model Intergrated
SEI	Software Engineering Institute
SMART`	Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdsgebonden

1. Inleiding en Leeswijzer

1.1. Inleiding

Grote opdrachtgevers in de GWW-sector als Rijkswaterstaat en Pro Rail vragen steeds meer aan de marktpartijen om invulling te geven aan het ontwerpen. Een andere ontwikkeling in de sector is de roep om meer transparantie en beheersing van processen.

In het traditionele ontwerpproces worden afwegingen nog vaak gemaakt door ontwerpers die op eigen inzicht keuzes maken. (Pro Rail & Rijkswaterstaat, 2007) Een nieuwe werkwijze is nodig om het ontwerpproces meer transparant en beheerst te krijgen. Ook BAM Wegen Oost (BAM-O) ziet de noodzaak om haar processen op deze ontwikkelingen aan te passen.

In de (wegen)bouw zijn ontwikkelingen gaande om Systems Engineering toe te passen als nieuwe werkwijze om invulling te geven aan deze ontwikkelingen (Pro Rail & Rijkswaterstaat, 2007) BAM-O wil ook haar procedures daarop aanpassen. De redenen zijn de wensen van Opdrachtgever (klant) en efficiëntere werkwijzen van BAM-O.

Het doel van dit onderzoek is het opstellen van een Systems Engineering model voor opdrachtnemers in de GWW-sector. Dit SE model moet invulling geven aan de vraag tot meer transparantie en beheersing van de werkprocessen. Dit model moet de werkwijze van BAM-O verbeteren, zodat wordt voldaan aan de vraag om meer transparantie en beheersing van de werkprocessen. Om te constateren of het model een verbetering is ten opzichte van het huidige proces, is een meetlat nodig. In dit onderzoek moet dus ook een meetlat worden gekozen.

1.2. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de onderzoeksopzet weergegeven. Hierin wordt aangegeven wat met het onderzoek bereikt moet worden en op welke wijze dit aangepakt wordt. In hoofdstuk 3 wordt beschreven op welke manier het geschikte meetmodel voor dit onderzoek gekozen is. Hoofdstuk 4 maakt gebruik van analogieën om Systems Engineering en de waarde van Systems Engineering uit te leggen. Ook is de plaats van de drie categorieën binnen het Systems Engineering Proces aangegeven en de keuze om in dit onderzoek de nadruk te leggen op de techniek categorie. In hoofdstuk 5 wordt vervolgens de matrixmethode besproken welke is opgesteld om de proces areas van de techniek categorie te verbeteren. Hierbij is de nadruk gelegd op de uitleg van de manier om met de matrices te rekenen. In hoofdstuk 6 wordt het project “N50 – Hattemerbroek – Kampen Zuid” dat als onderzoeksobject is gebruikt omschreven. Tevens wordt de SE aanpak van dit project met behulp van SE-CMM beoordeeld en vergeleken met de SE benaderingen van Rijkswaterstaat en Pro Rail. In hoofdstuk 7 wordt de matrixmethode met behulp van SE-CMM beoordeeld en wordt de methode met SE-CMM vergeleken. In hoofdstuk 8 worden de conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek gepresenteerd. Hoofdstuk negen is geschreven ter verantwoording van de case studie.

2. Onderzoeksopzet

2.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zullen eerst BAM Wegen Oost en KOAC-NPC als opdrachtgevers voor dit onderzoek worden geïntroduceerd. BAM Wegen Oost is de probleemhebber en is belangrijk voor verkrijgen van data over het N50 project. KOAC-NPC is als kennisinstituut belangrijk geweest bij de inhoudelijke ondersteuning van het onderzoek en bij het ontwikkelen van de matrix methode.

Vervolgens worden de probleemstelling, doelstelling, het onderzoeksobject, onderzoeksmodel, de vraagstellingen en onderzoeksmethodiek toegelicht.

2.2. Beschrijving van organisaties

BAM Wegen Regio Oost:

BAM Wegen Regio Oost is onderdeel van Koninklijke BAM Groep. Koninklijke BAM Groep is ontstaan in 1869, toen Adam van der Wal een timmerwerkplaats opende in Groot-Ammers. In 1927 werd de naam 'N.V. Bataafsche Aanneming Mij van Bouw- en Betonwerken v/h Firma J. van der Wal en Zoon' (BAM). De onderneming is beursgenoteerd in Amsterdam sinds 1959. De ontwikkeling van Koninklijke BAM Groep is mede tot stand gebracht door diverse (zowel kleinere als grote) overnames in de verscheidene sectoren waarin de onderneming actief is. De omvangrijkste overnames betroffen de verwerving van de utiliteitsbouw- en beton- en waterbouw-onderdelen van NBM-Amstelland in november 2000 en de acquisitie van de Europese bouwgroep HBG in november 2002. (<http://nl.wikipedia.org>)

Het werkveld van BAM Wegen Regio Oost (in rest van dit verslag aangeduid als BAM-O) is planontwikkeling, ontwerp, aanleg en onderhoud van boven- en ondergrondse infrastructuur in het openbare gebied. BAM-O ontwikkelt zich van capaciteitsaannemer naar meedenkende, ontwerpende en risicodragende partner voor (semi)overheid en bedrijfsleven. Vanaf de ontwerpfase tot en met de onderhoudsperiode is één projectleider met zijn team verantwoordelijk voor het succesvolle verloop van het project. BAM-O is actief in Overijssel en het grootste deel van Gelderland. BAM-O heeft binnen dit onderzoek de rol van probleemhebber.

De kernactiviteiten van BAM-O zijn:

Adviseren:

Procesadvies richting opdrachtgevers; hoe het slimst een project te organiseren en aan te besteden, zowel als technisch advies; welke ontwerpoplossing is de beste. Regelmatig ook het voor opdrachtgevers opstellen van bestekken en tekeningen ten behoeve van de markt.

Planontwikkelen:

Van het verzorgen van de kostenkant van een grondexploitatie tot en met bouw- en woonrijp opleveren. De principes van systems engineering worden steeds consistentier doorgevoerd in het planontwikkelp proces waardoor een betere kwaliteit en kostenbeheersing gewaarborgd zijn. Met deze ervaring kunnen ontwikkelende opdrachtgevers al in een vroeg stadium hun voordeel doen.

Ontwerpen:

Met inmiddels een fors ontwerpteam in eigen huis kunnen kleine tot en met grote projecten efficiënt en effectief ontworpen worden. Voor de zgn. mega projecten wordt intensief samengewerkt met het BAM Infra adviesbureau Multiconsult. Ontwerpen kunnen zowel in Autocad als MX in 3D gemaakt worden, bestekken in RAW.

Grondstromenbeheer en Milieu:

Met een interne en externe grondbank is BAM in staat de stromen vrijkomende en benodigde grond op elkaar af te stemmen. Hierbij wordt samengewerkt met BAM Milieu.

Uitvoering:

De beschikking over een uitgebreid eigen uitvoeringsapparaat maakt het mogelijk adequaat en kostenefficiënt op de marktvrage in te spelen. Met twee eigen centrales is BAM dominant aanwezig op de Oost Nederlandse asfaltmarkt.

(Meerjarig) Onderhoud:

Op basis van uitgebreide kennis van de levenscyclus van wegconstructies is BAM in staat om risicodragend meerjarige onderhoudsverplichtingen aan te gaan.

Multidisciplinaire samenwerking:

Regelmatig voert BAM-O, gezamenlijk met zusterondernemingen uit het Infra cluster, projecten uit. Bij complexe opgaven in de openbare ruimte zijn hier grote coördinatievoordelen te realiseren, ondermeer op het gebied van kabels en leidingen.

BAM-O heeft de nodige ervaring op het gebied van geïntegreerde contractvormen en ziet hierin grote kansen. Enkele concepten die op dit gebied worden aangeboden zijn: Design and Construct, Design and Construct Bouwteam, Specify, Design and Construct en de Design and Construct Raamovereenkomst. (interne communicatie BAM Wegen Oost)

KOAC•NPC:

KOAC•NPC (in rest van dit verslag aangeduid als KOAC) is dé onafhankelijke zakelijke dienstverlener met onderzoeksfaciliteiten en deskundigheid op een breed gebied van de mobiliteitsinfrastructuur. Accenten worden daarbij gelegd op verkeersveiligheid, kwaliteit van de leefomgeving en kwaliteit van de verharding. Hiervoor beschikt zij over RvA-geaccrediteerde laboratoria en wegmetingen.

KOAC•NPC is ontstaan uit de in het begin van de jaren '60 van de vorige eeuw opgerichte wegebouwlaboratoria en Wegmeetdienst, waaraan in 2004 NPC is toegevoegd. De nieuwe organisatie is werkzaam in en vanuit vier vestigingen en er werken ca. 110 mensen verdeeld over de twee sectoren *Advies* en *Keuring*,

Als missie ziet KOAC•NPC de vervulling van de rol van onafhankelijke, specialistische partner voor onderzoek en advies van wegen en materialen.

Keuring

De sector Keuring werkt in en vanuit de laboratoria in de vestigingen Apeldoorn, Groningen en Vught. Zij is door de Raad voor Accreditatie geaccrediteerd (ISO/IEC-17025) voor verrichtingen, waarvan meer dan 200 proeven voor wegebouw, waterbouw, railbouw, deponie-afdichtingen, beton- en baksteentoepassingen, AP04-monsternemingen en milieutechnisch onderzoek.

Binnen de sector Keuring wordt ook het specialistisch materiaalonderzoek (SMO) uitgevoerd, zoals het dynamisch en mechanisch onderzoek in het kader van de CE-markering van asfalt.

De wegenbouwwereld is in beweging. De opdrachtgever laat de kwaliteitscontrole steeds meer over aan de opdrachtnemer (ontwerpers en aannemers). Die hebben daardoor meer verantwoordelijkheid gekregen voor de duurzame prestaties van bijvoorbeeld een brug of een weg. De productgroep Externe Kwaliteitszorg biedt onder de naam ViaQ een Technische Inspectie Service (TIS) met ketenbrede ondersteuning in kwaliteitszorg aan, aan zowel overheid als bedrijfsleven. Sturing geschiedt hierbij op basis van probabilistisch gekwantificeerde risico's.

Advies

Als gevolg van een afslankende overheid, die zich terug trekt op kerntaken en efficiencyvergroting nastreeft, wordt voor technische vragen steeds meer een beroep gedaan op deskundige, onafhankelijke derden. Dit gebeurt in de vorm van advisering, begeleiding, uitvoering van metingen en ook arbitrage.

De ISO-9001 gecertificeerde sector Onderzoek & Advies bevat in de productgroepen (PG's) Advies, Beheer, Metingen en Cursussen uitgebreide kennis en middelen om deskundig van dienst te zijn.

PG-Advies verricht studies en ontwikkelingen. Veel expertise is beschikbaar op diverse aspecten van band-wegdek-ondergrond interacties, constructies en materialen. Daarnaast adviseert zij overheden en bedrijfsleven over ontwerp, beheer en onderhoud van verhardingen van wegen en waterkeringen.

PG-Beheer inventariseert vaste en variabele gegevens en gebruikt het GIS-georiënteerde wegbeheerprogramma VIAVIEW (met CROW-certificaat) voor het opstellen van onderhoudsplanningen voor de wegbeheerder. Deze groep adviseurs kan u tevens van dienst zijn bij het vaststellen van onderhoudsprioriteiten en beleidsnotities.

PG-Metingen verricht metingen ter bepaling van de draagkracht van wegconstructies en de functionele toestand van wegdekken, direct na oplevering en tijdens de gebruiksfase. De groep beschikt over een uitgebreid arsenaal aan meetinstrumenten en meetvoertuigen. De meeste metingen zijn door de Raad voor Accreditatie geaccrediteerd (ISO/IEC-17025). KOAC•NPC heeft geen direct belang bij het onderzoek, maar is betrokken bij de begeleiding. Indirect heeft ze wat aan de onderzoeksresultaten met betrekking tot haar adviserende en begeleidende rol. (interne communicatie KOAC-NPC)

2.3. Probleemdefiniëring:

Grote opdrachtgevers in de GWW-sector laten steeds meer de opdrachtnemers invulling geven aan het ontwerpen, in de vorm van design en construct (D&C) contracten (Pro Rail & Rijkswaterstaat, 2007). Hierdoor komt een scherpere scheiding tussen de taken van de opdrachtgever (OG) en opdrachtnemer (ON). De ON voert het technische gedeelte uit (ontwerp en constructie) en de OG concentreert zich op het overige: het formuleren van de eisen, het bewaken van de eisen gedurende het bouwproces en de financiële afhandeling. Deze ontwikkelingen vragen om een nieuwe werkwijze, die zorgt voor transparantie en betere beheersing van processen.

Rijkswaterstaat (RWS) en ProRail, twee van de grootste opdrachtgevers in de GWW, spelen hierbij een belangrijke rol. Systeemgerichte contractbeheersing wordt door RWS veelal gebruikt als beheersstrategie bij D&C contracten. (Rijkswaterstaat, 2003) Systems Engineering (SE) wordt, vanwege het succes in andere industrieën, gezien als methode om een systematisch en transparant proces te waarborgen. Voor zowel opdrachtgevers als de opdrachtnemers in de GWW is het gebruik van Systems Engineering nieuw. Er worden al projecten met SE uitgevoerd. Verwacht wordt dat het aandeel D&C contracten in de toekomst zal stijgen (tot circa 80% van de contracten bij RWS).

BAM-O heeft enkele projecten volgens een SE benadering uitgevoerd voor RWS waaronder de verbreding van de N50 tussen Hattemerbroek en Kampen Zuid.

Aangezien het voor zowel de opdrachtgevers als opdrachtnemers een nieuwe manier van werken is, zijn ze beiden aan het aftasten hoe de SE projecten het best toegepast kunnen worden. BAM-O heeft nog geen standaard procedure opgesteld voor de aanpak van SE projecten, maar wil wel een algemene SE benadering welke, per project, specifiek gemaakt kan worden. De vraag bij SE projecten verschilt per project, een eigen specifiek te maken aanpak zorgt voor een betere uitgangspositie van BAM-O bij de start van een SE project. Deze SE benadering voor BAM-O moet bestaan uit instrumenten met bijbehorende procedures, zodat het een werkzaam en toegankelijk document wordt.

Systems Engineering Capability Maturity Models (SE-CMM's) worden gebruikt om de volwassenheid van Systems Engineering benaderingen te beoordelen (Bate, 1995). Uit de verschillende modellen wordt één model gekozen (onderzoeksvraag 2) dat wordt gebruikt om de niveaus te bepalen van de verschillende SE procedures (zie onderzoeksmodel).

Aan de hand van de SE-CMM niveaus die door RWS en Pro Rail worden gevraagd, zullen door BAM-O de wenselijke SE-CMM niveaus worden geformuleerd.

Het doel is dat de SE benadering van BAM-O uiteindelijk de geformuleerde SE-CMM niveaus haalt.

2.3.1. Probleemstelling:

Er zijn Systems Engineering ontwikkelingen in de (wegen)bouw gaande. BAM-O wil haar procedures daarop aanpassen. De redenen zijn de wensen van Opdrachtgever (klant) en efficiëntere werkwijzen van BAM-O. Om te constateren of de aanpassingen verbeteringen zijn is er een meetlat nodig.

2.3.2. Kennisbelang:

Met de instrumenten en procedures zal BAM-O beter kunnen inspelen op de toenemende vraag naar een systematische en transparante aanpak van projecten.

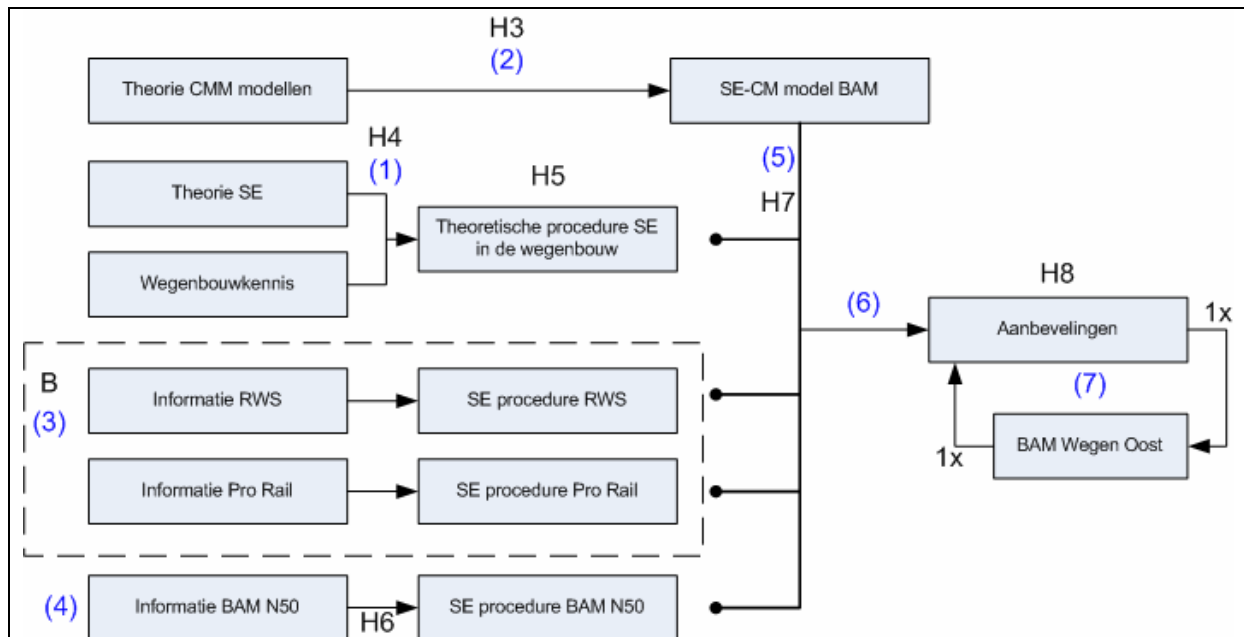
2.3.3. Doelstelling:

Het doel van het onderzoek is het bereiken van verbeterde SE-CMM niveaus van SE-projecten. De output van het onderzoek zijn de op te stellen instrumenten en procedures die voor alle SE-projecten van BAM-O toepasbaar zijn.

2.4. Onderzoeksobject:

Het Project: "Verbreding van de N50 tussen Hattemerbroek en Kampen Zuid" dient als onderzoeksobject. Bij dit Project is door BAM-O expliciet gebruik gemaakt van Systems Engineering. De instrumenten en procedures die als output uit dit onderzoek komen, zijn bestemd voor projecten met een soortgelijke complexiteit.

2.5. Onderzoeksmodel:



Figuur 2.1: Onderzoeksmodel

De nummers van de stappen zijn in het model aangegeven in **blauw** tussen ronde haken () deze nummers komen overeen met de nummering van de onderzoeksvragen.

De plaats van de onderdelen van het onderzoeksmodel in de hoofdstukken van het eindverslag is aangegeven door H en het hoofdstuknummer, dus hoofdstuk 6 = H6, plaats in bijlagen is aangegeven met B.

Het onderzoeksmodel is opgedeeld in een zevental stappen, deze worden hieronder toegelicht.

- (1) Door de Systems Engineering theorie te bestuderen vanuit het oogpunt van de wegenbouw, wordt een SE procedure voor de wegenbouw opgesteld.
- (2) Vanuit de theorie over CMM modellen wordt een geschikt SE-CM Model gekozen en beschreven als meetinstrument voor het beoordelen van een SE benadering in de wegenbouw.
- (3) Aan de hand van publicaties van RWS en ProRail worden Systems Engineering procedures opgeschreven zoals zij wensen te werken. De uitkomsten worden bij ProRail en RWS geverifieerd. De terugkoppeling gebeurt d.m.v. een interview met iemand van RWS en ProRail, daarbij wordt gestreefd naar minimalisering van de inspanning en daarom zal dit eenmaal gebeuren.
- (4) Informatie over het N50 project van BAM-O wordt gebruikt voor het opstellen van de door BAM-O, bij dit project, toegepaste SE procedure. De N50 wordt als benchmark gebruikt voor het SE proces van BAM-O. Ook hier vindt eenmaal terugkoppeling plaats.
- (5) De 4 opgestelde SE procedures worden beoordeeld met het gekozen SE-CM Model en de uitkomsten onderling vergeleken.
- (6) Uit de vergelijking worden aanbevelingen gedaan voor verbetering van de SE procedure van BAM-O N50.
- (7) De opgestelde aanbevelingen (o.a. instrumenten en procedures) moeten getoetst worden in de praktijk. Er wordt daarbij gestreefd naar minimalisering van de inspanning en daarom zal eenmaal getoetst worden. Naar aanleiding van de toets worden de aanbevelingen waar nodig aangepast.

2.6. Afbakening onderzoeksmodel:

In deze paragraaf worden de “bronnen” (blokken aan de linkerkant) van het onderzoeksmodel afgebakend. De keuzes hiervoor zijn voor en gedurende het onderzoek gemaakt en zijn nodig geacht om het onderzoek uitvoerbaar te houden binnen de afstudeertermijn.

2.6.1. Theorie CMM modellen:

Op basis van een eerste inventarisatie zijn de volgende vier systems engineering capability (maturity) modellen gekozen om te vergelijken: SE-CMM (EPIC), SECAM (INCOSE), EIA I/S 731: SECM (EIA) en SE-CMMI (SEI). Voor deze vier methoden is informatie gezocht waarnaar het “EIA I/SS 731 : SECM (EIA)” is afgefallen vanwege het gebrek aan toegankelijke informatie over deze methoden. De theorie CMM modellen is daarmee vastgelegd als de stukken over:

- SE-CMM (EPIC): (Bate, 1995)
- SECAM (INCOSE): (CAWG, 1996)
- SE-CMMI (SEI): (Cannegieter & Solingen, z.j.; CMMI Product Team, 2006)

Overkoepelend voor de drie methoden de volgende documenten: (Craig & Allgood, 200; Sheard & Lake, z.j.)

2.6.2. Theorie SE:

Theorie systems engineering bestaat voor de hoofdmoot uit de voorgeschreven boeken van het pré afstuderen (Blanchard, 1997; Kossiakoff, 2003; Martin, 1997; Yin, 1994) en het Systems Engineering Fundamentals document van Department of Defense (DoD, 2001). Verder is er aanvullende informatie gezocht, veelal in de vorm van artikelen.

2.6.3. Wegenbouwkennis:

Onder de wegenbouwkennis valt binnen dit onderzoek de kennis van de werknemers van BAM-O die input leveren voor het onderzoek en de projecten die in dit onderzoek als case worden gebruikt.

2.6.4. Informatie RWS:

De informatie van Rijkswaterstaat bestaat uit de “Handreiking Functioneel Specificeren” (Netten, 2005) en de input van het interview met een Senior Adviseur Systems Engineering van RWS.

2.6.5. Informatie Pro Rail:

De informatie van Pro Rail bestaat uit de volgende documenten:

- “Statement of work zonder VO”
- “Aanbestedingsleidraad voor het Werk”
- “Beoordelingsprocedure voor het Werk”
- “Basisovereenkomst ontwerp en realisatie”

(interne documentatie Pro Rail)

Aanvullend is ook de input van het interview met een Adviseur Contractzaken van Pro Rail.

2.6.6. Informatie BAM-O N50:

De informatie BAM-O N50 bestaat uit de documenten die zijn voortgekomen uit het project, de gesprekken met de betrokkenen bij het project, case studie met enkele medewerkers en de eigen kennis van het project.

2.7. Vraagstelling:

Centrale vraag:

Welke instrumenten en procedures zijn geschikt voor de door BAM-O geformuleerde SE-CMM niveaus?

Geschiktheid wordt gemeten met behulp van een SE-CMM.

Onderzoeksvragen:

1. Hoe ziet een geschikte Systems Engineering benadering voor de wegebouw er als procedure uit?
 - 1.1 Welke bronnen kunnen gebruikt worden om het bouwproces in de wegebouw te beschrijven?
 - 1.2 Wat is Systems Engineering?
 - 1.3 Wat is de waarde van Systems Engineering?
 - 1.4 Welke SE-CMM niveaus zijn in de wegebouw gewenst voor de verschillende punten van het model (PA, KFA of FA)?
2. Welk SE-CMM is geschikt om te gebruiken als meetinstrument voor het onderzoek?
3. Hoe zien de voorgeschreven Systems Engineering benaderingen van RWS en Pro Rail er als procedure uit?
 - 3.1 Hoe ziet de voorgeschreven Systems Engineering benadering van RWS er als procedure uit?
 - 3.2 Hoe ziet de voorgeschreven Systems Engineering benadering van Pro Rail er als procedure uit?
4. Hoe ziet de Systems Engineering benadering van BAM-O bij de N50 eruit als procedure?
5. Op welke punten (PA, KFA of FA) verschillen de niveaus van de SE praktijk van de N50 met de door BAM-O geformuleerde niveaus?
 - 5.1 Welke SE-CMM niveaus komen uit de beoordeling, van de 4 verschillende SE procedures, met het gekozen SE-CMM?
6. Met behulp van welke instrumenten of procedures kunnen de (te verbeteren) punten (PA, KFA of FA) verbeterd worden?
7. Sluiten de aanbevelingen aan op de wensen en mogelijkheden van BAM-O?
 - 7.1 Wat zijn de consequenties op de organisatie bij invoering van de aanbevelingen?
 - 7.2 Welke aanbevelingen krijgen de voorkeur van de gebruikers?

2.8. Onderzoeksmethodiek

Hieronder wordt per onderzoeksvraag de methode aangegeven die gebruikt wordt om de vraag te beantwoorden. Bij de vragen wordt een voorbeeld van een mogelijk antwoord gegeven, dit om aan te tonen dat een antwoord mogelijk is en ter verduidelijking van het beoogde resultaat van de vragen.

1. Methode: Literatuuronderzoek met ten minste voorgeschreven boeken (SE Guidebook, SE Principles and Practice, Systems Engineering and analysis). Er zal gekeken worden welke SE-procedure past bij de aangegeven PA-niveaus.
Voorbeeld: Het vastleggen van de raakvlakken moet gebeuren om het gewenste PA-niveau te halen, hulpmiddel hierbij is een raakvlakkenmatrix.
 - 1.1. Methode: Eigen ervaring opgedaan bij N50 project, kennis bij BAM-O en literatuur over de (wegen)bouw gebruiken.
 - 1.2. Methode: analogieën gebruiken om systems engineering uit te leggen.
 - 1.3. Methode: analogieën gebruiken om de waarde van systems engineering uit te leggen.
 - 1.4. Methode: Interview(s) binnen BAM-O en met RWS en Pro Rail om te achterhalen welke niveaus gewenst zijn bij de punten (PA, KFA of FA).
2. Methode: Literatuuronderzoek: verschillende modellen beschouwen en keuze maken voor een model, welke mogelijk aangepast moet worden tot een werkbaar meetinstrument
Voorbeeld: SE-CMM is meest geschikt, voor de toepassing een vertaalde en samengevatte engelse tekst over het gebruik van SE-CMM.
3. Methode: Vraag 3.1 en 3.2
 - 3.1. Methode: Literatuur: Uit publicaties van RWS (functioneel specificeren) en de ISO 15288 norm, zal een procedure worden opgesteld voor de door hun gewenste SE benadering.
Voorbeeld: De opgestelde eisen moeten voldoen aan het begrip SMART.
 - 3.2. Methode: Literatuur: Uit publicatie(s) van Pro Rail zal een procedure worden opgesteld voor de door hun gewenste SE benadering.
Voorbeeld: zie vraag 3.1
4. Methode: Casestudy: Het verloop van het project zal deels uit eigen ervaring, deels uit de projectdocumenten en deels uit gesprekken met de betrokkenen worden opgesteld.
Voorbeeld: Verificatie gebeurt volgens het voor het project opgestelde verificatieplan.
5. Methode: De uitkomsten van vraag 5.1 worden naast elkaar gelegd waaruit is op te maken op welke punten (PA, KFA of FA) de BAM-O benadering verbeterd moeten worden.
Voorbeeld: De BAM-O procedure scoort niveau 3 op PA1 en de theoretische procedure niveau 4, 1 niveaupunt verschil.

-
- 5.1. Methode: De opgestelde SE procedures van vragen: 1, 3.1, 3.2 en 4 beoordelen met gebruik van SE-CMM zoals deze bij vraag 2 beschreven is.
Voorbeeld: PA1: level 3
6. Methode: Door vergelijking tussen de beschreven procedures van vraag 4 (BAM-O) en vraag 1 (theorie) wordt gekeken wat er in de uit vraag 5 naar voren gekomen verbeterpunten van de BAM-O procedure ontbreekt aan procedures en/of instrumenten. Een inventarisatie maken van mogelijke instrumenten, waaruit een keuze gemaakt kan worden.
Voorbeeld: De keuze van leveranciers is in de huidige situatie ongefundeerd, door het opstellen van gewogen criteria en deze voor de kanshebbende leverancier in een matrix in te vullen, kan een beter afgewogen keuze gemaakt worden.
7. Methode: Terugkoppeling van de aanbevelingen binnen BAM-O. Zie vraag 7.1 en 7.2.
- 7.1. Methode: Via interview(s) binnen BAM-O uitvinden of de taken die voortkomen uit de aanbevelingen verenigbaar zijn met huidige functies en kennis binnen BAM-O.
Voorbeeld: extra taak het opstellen van een eisenboom, past binnen de functie van de ontwerper.
- 7.2. Methode: Keuze tussen verschillende alternatieve aanbevelingen voorleggen aan geselecteerde groep en om reacties vragen.
Voorbeeld: Medewerkers geven aan dat het weergeven van de lagere levels van een object in een objectenboom (boomstructuur) niet praktisch is, maar dat dit overzichtelijker gedaan kan worden in de vorm van een lijst. Hierbij moeten de onderdelen wel dusdanig genummerd worden dat duidelijk onderscheid is tussen boven- en onderliggende eisen.

3. Systems Engineering Capability (Maturity) Models

3.1. Inleiding

In het onderzoek wordt een Systems Engineering Capability (Maturity) Model (SE-C(M)M) gebruikt om de volwassenheid van SE toepassingen in bouwprojecten aan te tonen. Er bestaan verschillende methoden om volwassenheid te bepalen. In dit hoofdstuk zullen vier methoden beoordeeld worden op de toepasbaarheid ervan binnen bouwprojecten. Het doel is om aan de hand van deze beoordeling de meest geschikte SE-CMM benadering te kiezen voor de wegenbouw en dit onderzoek. De vier benaderingswijzen zijn SE-CMM (EPIC), SECAM (INCOSE), EIA I/S 731: SECM (EIA) en SE-CMMI (SEI).

Oorsprong:

System Engineering Capability Maturity Models zijn voortgekomen uit CMM modellen. CMM is oorspronkelijk ontworpen ter ondersteuning van de softwareacquisitie van Amerikaanse defensie, de U.S. Department of Defense (DoD). Het model groeide vervolgens uit tot een richtlijn of raamwerk voor software proces verbetering. (Wang, 2003)

De vraag van de industrie om een proces verbeteringsmodel heeft er toe geleid dat de SE-CMM modellen zijn ontstaan. (Bate, 1995)

3.2. Systems Engineering Capability Models

3.2.1. SE-CMM (EPIC)

Het Systems Engineering Capability Maturity is ontwikkeld door de Enterprise Process Improvement Collaboration (EPIC). EPIC is een samenwerkingsverband met leden uit de industrie, overheid en academisch onderwijs. Het SE-CMM maakt onderscheid in essentiële, elementaire systems engineering elementen (domeindeel) en op proces management gefocuste elementen (competentiedeel). Het domeindeel bestaat uit 3 categorieën waarbinnen 18 Proces Areas (PA's) vallen, die weer zijn opgedeeld in zogenoemde "base practices". Het competentiedeel bestaat uit de 6 competentieniveaus (0 t/m 5) die omschreven zijn in algemene kenmerken welke weer zijn onderverdeeld in zogenoemde "general practices". Volgens SE-CMM is de kwaliteit van een product een directe uitkomst van de procescompetentie, technische competentie en de menselijke competentie die zijn toegepast bij de ontwikkeling van het product. (Bate, 1995)

3.2.2. SECAM

Het Systems Engineering Capability Assessment Model (SECAM) is ontwikkeld door de Capability Assessment Working Group (CAWG) van INCOSE. De International Council on Systems Engineering (INCOSE) is een non-profit vereniging opgericht in 1990 met als doel het bevorderen van de toepassing en ontwikkeling van Systems Engineering. Deze integrale en gestructureerde aanpak voor het realiseren van succesvolle systemen werd oorspronkelijk ontwikkeld en toegepast in defensie en aerospace industrie en met name in de Verenigde Staten. (www.incose.nl) INCOSE ziet SECAM als een levend document dat periodiek up-to-date wordt gehouden.

Volgens het model bestaat de prestatie van een organisatie uit twee delen, het competentie deel en het capaciteitsdeel. De competentie van een organisatie wordt gekenmerkt door haar processen, vaardigheden van de werknemers en de technologie die opgebracht kan worden

voor het probleemdomein. De capaciteit van een organisatie is volgens dit model het hebben van voldoende kwantiteit van de juiste hulpmiddelen, het hebben van de benodigde infrastructuur voor het managen van de hulpmiddelen en het hebben van de behendigheid van de organisatie om snel te reageren op veranderingen in de politiek, economie en het zakelijke toneel.

Het SECAM model is opgebouwd uit 3 procescategorieën: management, organisatie en systems engineering waaronder Key Focus Areas (KFA's) zijn verdeeld.

Het model hanteert een verdeling in 19 KFA's, deze bestaan op hun beurt weer uit vragen voor het vaststellen van het competentieniveau van de betreffende KFA. (CAWG, 1996)

3.2.3. EIA I/S 731:SECM

Het EIA I/S 731:SECM model is in 1999 tot stand gekomen, door Electronic Industries Association (EIA) gesponsorde poging, om SE-CMM en SECAM te versmelten. EIA is een handelsorganisatie samengesteld als alliantie van handels organisaties voor elektronica producenten in de Verenigde Staten.

Het model bevat 19 Focus Areas verdeeld over de drie categorieën: techniek, management en omgeving. (http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_Industries_Association) Er is over dit model weinig informatie gevonden, hierdoor kan niet dieper op het model worden in gegaan.

3.2.4. SE-CMMI

Het CMMI is één nieuw CMM dat alle andere varianten van het SEI integreert en overbodig moet maken en de opgedane ervaring van de laatste jaren in zich bergt. Dit nieuwe model zou een verbetering moeten zijn ten opzichte van de voorgaande CMM-varianten.

Het model bevat 22 proces areas welke onderverdeeld zijn in 4 categorieën: proces management, project management, engineering en ondersteuning.

In tegenstelling tot het CMM kent het CMMI twee representaties, de continue (continuous) en de stapsgewijze (staged). Een belangrijk verschil tussen die twee representaties is hoe wordt omgegaan met de procesgebieden. Voorbeelden van procesgebieden zijn: eisenmanagement, projectplanning en configuratiemanagement. Bij de continue representatie kiest de organisatie, binnen bepaalde grenzen, zelf de volgorde waarin de procesgebieden worden geïmplementeerd. Afhankelijk van de problemen bepaalt de organisatie haar eigen prioriteiten. Ieder procesgebied kan in de continue representatie een ander volwassenheidsniveau hebben, de volwassenheidsniveaus lopen van 0 tot 5.

Eisenmanagement kan zich dus op niveau 2 bevinden, terwijl projectplanning zich op niveau 0 bevindt. Een dergelijke organisatie kan het proces om tot eisen te komen dus redelijk goed managen, maar zal het tot stand brengen van de projectplanning minder expliciet uitvoeren. In de stapsgewijze variant is de volgorde waarin de procesgebieden geïmplementeerd moeten worden, vastgelegd. Dit was al zo in het oorspronkelijke CMM. Daarbij bevindt niet ieder procesgebied zich op een bepaald niveau, maar moeten bepaalde procesgebieden geïmplementeerd zijn om een bepaald niveau te bereiken. Bij de stapsgewijze representatie moeten alle procesgebieden die bij niveau 2 horen, geïmplementeerd worden. (Cannegieter & Solingen, z.j.; CMMI Product Team, 2006)

3.3. Vergelijking modellen

3.3.1. Overeenkomsten

De eerste drie modellen zijn in een artikel van Sheard & Lake vergeleken, hierbij zijn de verschillende proces areas, Focus areas en Key Focus Areas in een tabel gezet waarin te zien is hoe deze met elkaar overeenkomen.

Door Craig & Allgood (2001) is een soortgelijk vergelijk gemaakt, maar dan tussen SE-CMM, SECM en CMMI. In de tabellen 3.1 t/m 3.3 zijn de beide vergelijkingen gecombineerd.

Tabel 3.1: Overeenkomsten SE-CMM, SECM, SECAM en CMMI, Categorie Techniek

SE-CMM	SECM	SECAM	CMMI
Techniek			
PA 06: Understand Customer Needs and Expectations	1.1 Define Stakeholder and System Level Requirements	3.1 System Concept Definition	Requirements Management Requirements Development
PA 02: Derive and Allocate Requirements	1.2 Define Technical Requirements	3.2 Requirements and Functional Analysis	Requirements Development
PA 03: Evolve System Architecture	1.3 Define Solutions	3.3 System Design	Technical Solution
PA 01: Analyze Candidate Solutions	1.4 Assess and Select	3.4 Integrated Engineering Analysis	Decision Analysis and Resolution
PA 05: Integrate System	1.5 Integrate System	3.5 System Integration	Product Integration
PA 07: Verify and Validate System	1.6 Verify System	3.6 System Verification	Verification
	1.7 Validate System	3.7 System Validation	Validation
PA 04: Integrate Disciplines	(see 2.3 below)	(see 1.4 below)	(see Integrated Project Management below)

Tabel 3.2: Overeenkomsten SE-CMM, SECM, SECAM en CMMI, Categorie Project

SE-CMM	SECM	SECAM	CMMI
Project			
PA 12: Plan Technical Effort	2.1 Plan and Organize	1.1 Planning	Project Planning
PA 11: Monitor and Control Technical Effort	2.2 Monitor and Control	1.2 Tracking and Oversight	Project Monitoring and Control
(see PA 04 above)	2.3 Integrate Disciplines	1.4 Intergroup Coordination	Integrated Project Management
(see PA 18 below)	2.4 Coordinate with Suppliers	1.3 Subcontract Management	Supplier Agreement Management
PA 10: Manage Risk	2.5 Manage Risks	1.7 Risk Management	Risk Management
(none)	2.6 Manage Data	1.8 Data Management	(zie Project Planning boven)
PA 09: Manage Configurations	2.7 Manage Configuration	1.5 Configuration Management	Configuration Management
PA 08: Ensure Quality	2.8 Ensure Quality	1.6 Quality Management	Measurement and Analysis
(none)	(none)	(none)	Measurement and Analysis

Tabel 3.3: Overeenkomsten SE-CMM, SECM, SECAM en CMMI, Categorie Organisatie

SE-CMM	SECM	SECAM	CMMI
Organisatie			
PA 13: Define Organization's SE Process	3.1 Define and improve the Systems Engineering Process	2.1 Process Management and Improvement	Organizational Process Focus
PA 14: Improve Organization's SE Process			Organizational Process Definition
PA 17: Provide Ongoing Knowledge and Skills	3.2 Manage Competency	2.2 Competency Development	Organizational Training
PA 15: Manage Product Line Evolution	3.3 Manage Technology	2.3 Technology Management	Organizational Innovation and Deployment
PA 16: Manage Systems Engineering Support Environment	3.4 Manage Systems Engineering Support Environment	2.4 Environment and Tool Support	(none)
PA 18: Coordinate with Suppliers	(see 2.4 above)	(see 1.3 above)	(none)
(none)	(none)	(none)	Quantitative Mangement
(none)	(none)	(none)	Organizational Process Performance
(none)	(none)	(none)	Causal Analysis and Resolution

SE-CMM heeft een tweetal Proces Areas in een afwijkende categorie staan t.o.v. de overeenkomende (Key) Focus Areas. Deze afwijking heeft te maken met de keus die gemaakt is door makers van de verschillende modellen. De maker van het SE-CMM model heeft ervoor gekozen de twee proces areas in een andere categorie te plaatsen. Verder is te zien dat sommige modellen extra Proces/(Key) Focus areas bevatten die bij de andere ontbreken. Hierdoor zijn het ook verschillende modellen. Dat ze veel overeenkomsten bevatten komt mede doordat de modellen op elkaar gebaseerd zijn.

3.3.2. Verschillen

Sheard & Lake (z.j.) hebben ook de verschillen tussen de eerste drie modellen in een tabel weergegeven, deze tabel is aangevuld met een kolom van CMMI zodat de verschillen van vier modellen in één overzicht zijn weergegeven.

Tabel 3.4: Verschillen SE-CMM, SECM, SECAM en CMMI

Onderwerp	SE-CMM	SECM (EIA/IS 731)	SECAM	CMMI
Focus	Enkel proces	Proces, proceseffectiviteit en productwaarde	Proces, proceseffectiviteit en productwaarde	Proces, proceseffectiviteit en productwaarde
Kleinste elementen	Activiteiten	Activiteiten	Vragen	Activiteiten
Structuur	Continuous	Continuous	Continuous	Staged en Continuous

3.4. Afweging Systems Engineering Capability (Maturity) Model

De bovenstaande vergelijking tussen SE-C(M) modellen uit de literatuur geeft nauwelijks verschillen weer tussen de modellen, maar vooral overeenkomsten. Om een keuze te maken tussen de modellen, geschikt voor de bouw, zullen de modellen worden toegepast op de verschillende SE-benaderingen. Er wordt een model gezocht dat de grootste verschillen laat zien tussen de verschillende SE-benaderingen. Over het SECM (EIA/IS 731) is te weinig informatie beschikbaar om een beoordeling te geven en dit model valt dan ook al op voorhand af. De overige modellen zullen beoordeeld worden. De beoordeling gebeurt aan de hand van processen die in documenten voor het toepassen van SE in de bouw staan beschreven. Het betreft documenten van RWS: de “Handreiking functioneel specificeren” (Netten, 2005), Pro Rail: de “Technical inspection service” (Kraijer & Brouwer, 2005) en BAM-O N50 de beschrijving van het proces verloop.

Om de benaderingen op alle punten te beoordelen kost, gezien het doel van de afweging binnen dit onderzoek, disproportioneel veel tijd. De beoordeling gebeurt daarom op basis van 3 punten (PA of KFA), 1 uit elke categorie. Er is aangenomen dat de verschillen op de 3 punten, representatief zijn voor alle punten van het model.

Het afleiden van de eisen is een van de basis principes van Systems Engineering, daarom is gekozen om de waardering op basis van PA 02 uit de Engineering Categorie van SE-CMM te doen. PA 02 SE-CMM komt overeen met KFA 3.2 SECAM en met “Requirements Development” van CMMI.

Iedere methode heeft een eigen onderverdeling van de Proces Areas (of KFA's). Om een redelijk eerlijke vergelijking te krijgen is daarom per capability level één score punt toegekend aan de PA (of KFA) welke gelijk verdeeld is over de subonderdelen. Voorbeeld, 4 van de 5 subonderdelen worden uitgevoerd en capability level is 2, dan is de score $4/5 \times 2 = 8/5$.

Volgens de theorie wordt een capability level toegekend wanneer aan alle onderdelen van het level is voldaan.

In de praktijk blijkt het veel voor te komen dat aan slechts een paar onderdelen van de capability levels niet wordt voldaan, het level wordt volgens niet toegekend terwijl aan het grootste deel van het capability level wel is voldaan. Door het niet halen van de levels zijn de onderlinge verschillen tussen de scores van de SE-benaderingen klein. Om de onderlinge verschillen duidelijker te maken is in deze afweging een capability level toegekend wanneer aan meer dan de helft van de onderdelen van het betreffende level wordt voldaan.

Uit de eerste berekeningen van PA 02 bleek deze niet van toepassing te zijn op het Pro Rail document. Het Pro Rail document is vooral van toepassing op risico beheersing, om dit document voldoende gewicht te geven in de afweging van het model is PA10 gekozen uit de Project Categorie. PA 10 gaat over het managen van risico's en zal waarschijnlijk meer van toepassing zijn op het Pro Rail document. Deze PA komt overeen met KFA 1.7 SECAM en met “Risk Management” van CMMI.

In de wegenbouw wordt veel van het werk uitbesteed aan onderaannemers en leveranciers, PA18 gaat over de coördinatie met toeleveranciers en daarom wordt uit de Categorie Organisatie deze PA gekozen. PA18 komt overeen met KFA 2.4 SECAM en met “Supplier Agreement Management” van CMMI.

In tabel 3.5 zijn de verschillende scores weergegeven, in de bijlagen is te zien hoe deze beoordeling tot stand is gekomen.

Tabel 3.5: Standaarddeviatie SE-CMM, SECAM en CMMI

		RWS	Pro Rail	BAM-O N50	m	σ
SE-CMM	PA 02	8/9	0	12/9	0,74	0,68
	PA 10	0	4/6	2	0,89	1,02
	PA 18	0	0	3/5	0,20	0,35
SECAM	KFA 3.2	7/13	0	8/13	0,38	0,34
	KFA 1.7	0	0	29/17	0,57	0,98
	KFA 1.3	0	0	0	0	0
CMMI	Requirements Development	8/10	0	7/10	0,50	0,44
	Risk Management	0	0	1	0,33	0,58
	Supplier Agreement Management	0	0	0	0	0
	m	0,25	0,07	0,88		
	σ	0,37	0,22	0,62		

Hieronder de gebruikte formule:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}}$$

Hier is n het aantal getallen in de rij, en $x-m$ de deviatie van waarde x .

De berekende waarden zijn ingevuld in tabel 3.5.

SE-CMM heeft op alle drie de aspecten de grootste standaarddeviatie, op deze drie punten is het onderscheid tussen de verschillende SE-benaderingen het grootst. Op basis van deze vergelijking lijkt SE-CMM dus het best verschillen tussen de SE-benaderingen weer te geven. Opvallend aan de resultaten is dat de beoordeelde documenten van RWS en Pro Rail op een aanzienlijk aantal punten geen score behalen (score=0). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de gekozen documenten niet toereikend zijn om onderscheid aan te tonen van de modellen. Voor de N50 laat het SE-CMM wel een beduidende spreiding zien tussen de drie Proces Areas. Op basis hiervan wordt dan ook gekozen om SE-CMM te gebruiken in het onderzoek.

In de bijlagen is een Nederlandse vertaling/samenvatting van het SE-CMM (EPIC) te vinden.

4. Theorie Systems Engineering

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal eerst met behulp van analogieën uitgelegd worden wat Systems Engineering is en wat de waarde van SE is. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt uitleg gegeven over de Systems Engineering procedure.

4.2. Wat is Systems Engineering?

In dit onderzoek zal de nadruk liggen op de procedures en instrumenten van Systems Engineering. SE wordt in dit onderzoek vooral gezien als een verzameling procedures en instrumenten die zorgen voor transparantie en betere beheersing van de processen. Met deze zienswijze kan SE uitgelegd worden aan de hand van analogieën tussen de vakgebieden Civiele Techniek, Elektrotechniek en Systeemkunde. Het gebruik van analogieën is een beproefde techniek om nieuwe/onbekende termen begrijpbaar te maken. Civiele techniek is erg concreet en voor de meeste mensen eenvoudiger te omschrijven dan het veel abstractere Systeemkunde.

Hieronder zullen de vakgebieden worden beschreven met behulp van voorbeelden.

Civiele Techniek:

Voor civiele techniek wordt een voorbeeld uit de wegenbouw genomen.

In de civiele techniek wordt ruw materiaal, zoals asfalt en beton, in lagen en platen vormgegeven, door het met spreidmachines en walsen te verdichten.

Elektrotechniek:

Iets soortgelijks gebeurt bij elektrotechniek, waar materialen als transistors en isolatoren, bijvoorbeeld als radio worden vormgegeven door ze met soldeerbouten/machines met elkaar te verbinden.

Systeemkunde:

Ook systeemkunde is op deze manier te beschrijven. De materialen bij systeemkunde zijn de processen en functies, deze worden vormgegeven, door ze met pen & papier of in de computer te structureren, tot o.a. boomstructuren en plannings.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de analogieën tussen deze vakgebieden.

Hierin is te zien welke overeenkomsten er zijn tussen de verschillende aspecten van de vakgebieden.

Tabel 4.1: Analogieën tussen vakgebieden

	Civiele techniek (wegenbouw)	Elektrotechniek	Systeemkunde
Materiaal (ruw)	asfalt beton "funderingsmateriaal"		processen functies objecten (actoren)
Materiaal (componenten)		transistors condensatoren isolatoren kabels	functies belangen
Constructievormen	lagen platen voegen	radio schakeling	boomstructuur balkenplanning matrix procedure
Functies v.d. constructie	- transporteren - dragen - vlakheid - etc.	- informatie verspreiden - elektriciteit geleiden - etc.	- processen beheersen - overzicht bieden - etc.
Handelingen	mengen spreiden verdichten	solderen	structureren
Materieel	menginstallatie spreidapparatuur verdichtingsapparatuur (wals) etc.	soldeerbout	computer pen + papier
Locatie	open lucht tent	fabriek open lucht	kantoor

4.3. Wat is de waarde van Systems Engineering

Om de waarde van Systems Engineering duidelijk te maken wordt dit hier doormiddel van een analogie tussen SE-CMM en Mechanica uitgelegd.

Mechanica voorbeeld:

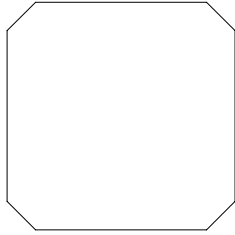
Met behulp van mechanica (formules) kan met berekeningen gekeken worden welke (vorm) balk van voldoende sterkte het economisch meest voordelig is (minste houtverbruik). Voor dit voorbeeld is de waarde van mechanica de besparing van materiaal.

Formules:

$$\sigma = \frac{M}{V} = \frac{\frac{1}{8}ql^2}{\frac{1}{6}bh^2} < \sigma_{kritiek}$$

$$V = bh \rightarrow \min$$

Concept 1: vierkante balk



Concept 2: rechthoekige balk $h > b$



Figuur 4.1: Dwarsdoorsnede balken

Mechanica helpt onderscheidt te maken tussen de concepten. Het concept met de kleinste inhoud (V), die de kracht aan kan, kan zo geselecteerd worden en daardoor kan het materiaalverbruik geminimaliseerd worden.

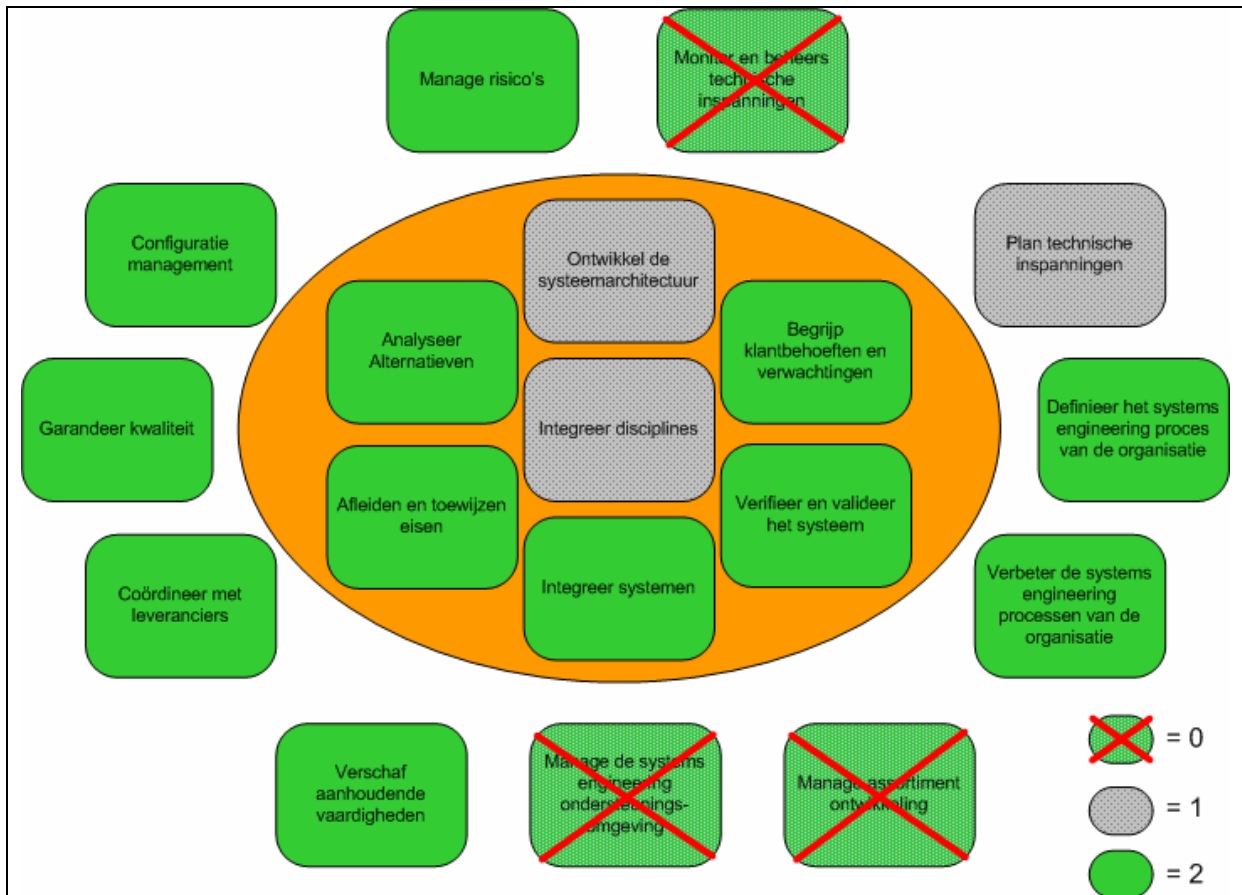
Zowel de invoer als de uitvoer is bij mechanica kwantitatief (getallen).

SE-CMM voorbeeld:

Met SE-CMM kan door middel van een beoordeling gekeken worden welk SE proces het best is, daarbij nemen we aan dat de hoogste SE-CMM score het best is.

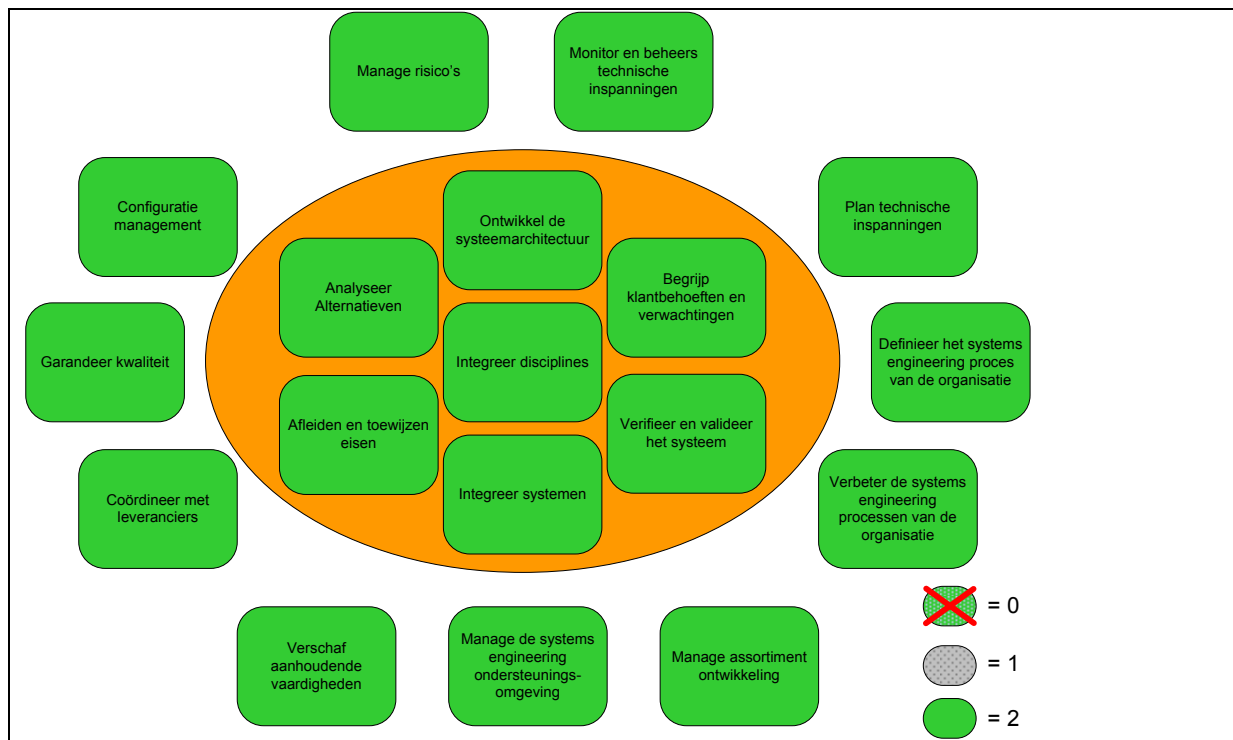
18 proces areas:

SE proces 1: onvolledig SE proces



Figuur 4.2: Onvolledig SE proces

SE proces 2: SE proces volledig op niveau 2:



Figuur 4.3: SE proces volledig op niveau 2

SE-CMM kan onderscheidt te maken tussen verschillende (systems engineering) aanpakken door ze te beoordelen. De aanpak met de hoogste SE-CMM score is de beste systems engineering aanpak.

In tabel 4.2 zijn de analogieën tussen mechanica en SE-CMM weergegeven.

Tabel 4.2: Analogieën tussen mechanica en SE-CMM

	Mechanica	SE-CMM
Invoer	Kwantitatief (getallen): afmetingen, sterktes e.d.	Kwalitatief: activiteiten, processen, procedures e.d.
Bewerking	Berekeningen met behulp van formules	Beoordeling met behulp van Proces Areas en Basis Activiteiten
Uitvoer	Kwantitatief: afmetingen, sterktes e.d.	Kwalitatief: score SE-CMM niveau is een kwalitatief oordeel
Nut	Concept met minste materiaal verbruik selecteren	Beste Systems Engineering aanpak selecteren

4.4. Systems Engineering Procedure

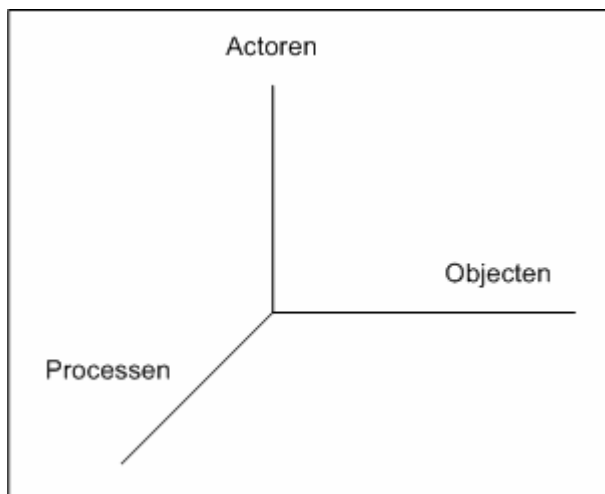
Een systeemontwikkeling kan gezien worden als een verzameling van actoren, processen en objecten (techniek). Bij SE-CMM (Bate, 1995) is de kwaliteit van een product de directe functie van (ten minste) de processen en de techniek die gebruikt zijn bij de ontwikkeling en de capaciteit van de mensen (actoren) die het werk uitvoeren. SE-CMM deelt SE op in drie categorieën: techniek, project en organisatie.

Aanvankelijk was het plan voor alle drie de categorieën een procedure uit te schrijven.

Gedurende het onderzoek is ervoor gekozen de nadruk op de techniek categorie te leggen, en de twee andere categorieën globaal te behandelen. Dit is een pragmatische keuze in overleg met BAM-O gemaakt, zij hebben liever één goed uitgewerkte procedure dan drie onvoldoende/globaal uitgewerkte procedures.

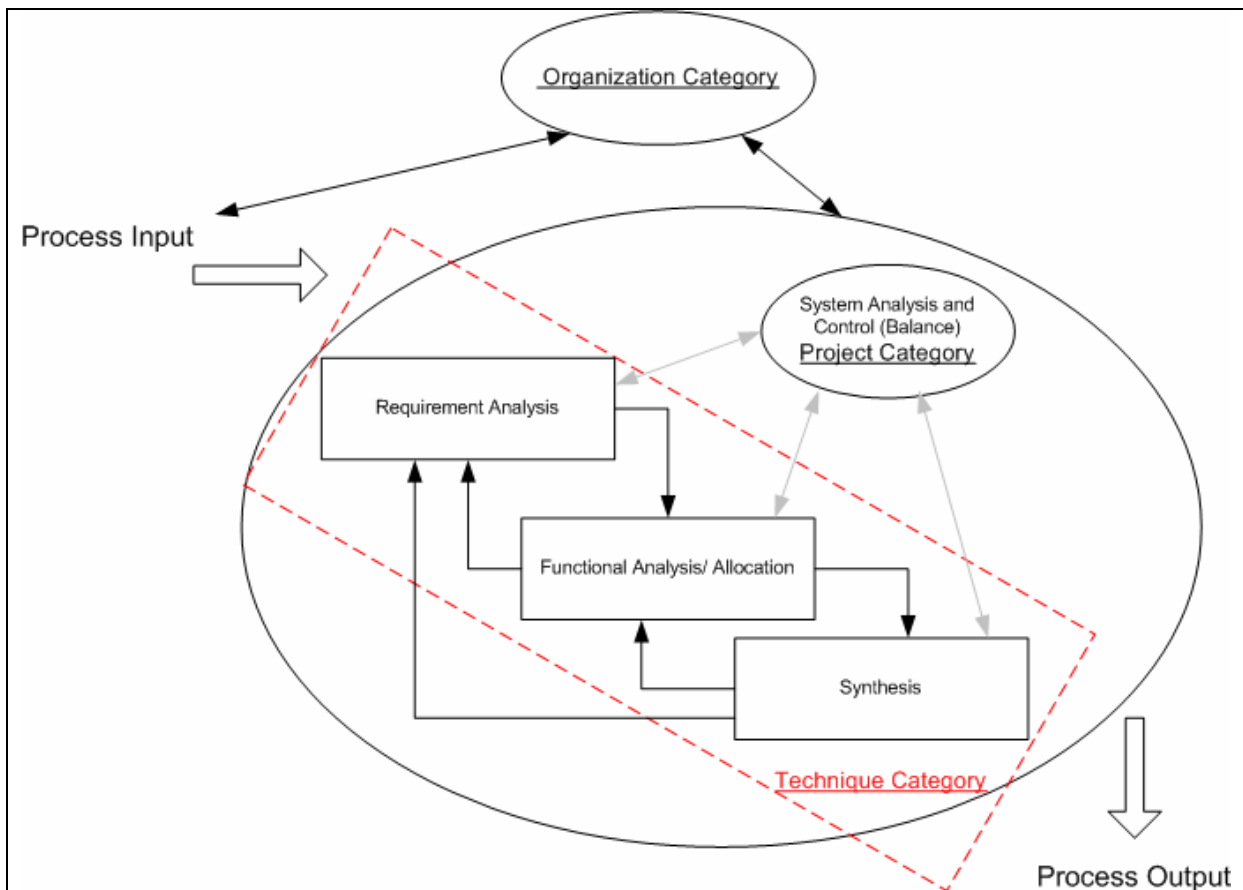
De techniek categorie krijgt de voorkeur omdat de proces areas uit de andere twee categorieën ondersteunend zijn voor de zeven PA's uit de techniek categorie. (Bate, 1995)

De techniek categorie is in hoofdstuk 5 als procedure uitgewerkt (matrixmethode), de andere twee zijn in de bijlagen globaal besproken.



Figuur4.4: Dimensies van systeemontwikkeling

Wanneer de drie categorieën; techniek, project en organisatie in het systems engineering proces (DoD, 2001) worden geplaatst, kan dit weergegeven worden als in figuur 4.5.



Figuur 4.5: Plaats van de categorieën in het Systems engineering proces

Zoals in hoofdstuk 5 verder wordt uitgelegd kan de techniek categorie als een V-model worden weergegeven. De stappen in de techniek categorie zijn in de opgestelde matrixmethode geïntegreerd. Ze bestaan uit het creëren van boomstructuren en deze te verbinden door middel van matrices, de verzameling van boomstructuren en matrices noemen we in dit onderzoek het ontwerpsysteem. Het ontwerpsysteem vormt de schakeling van stappen om van de actoren tot de eindoplossing(en) te komen. De project en organisatie categorie kunnen veranderingen aanbrengen, deze veranderingen zijn geen uitbreiding op het systeem, maar veranderen alleen de parameters.

De procedure opgesteld voor de techniek categorie is de matrixmethode genoemd, in hoofdstuk 5 wordt deze methode verder toegelicht. Een globale omschrijving van de project en organisatie categorie is in de bijlagen terug te vinden.

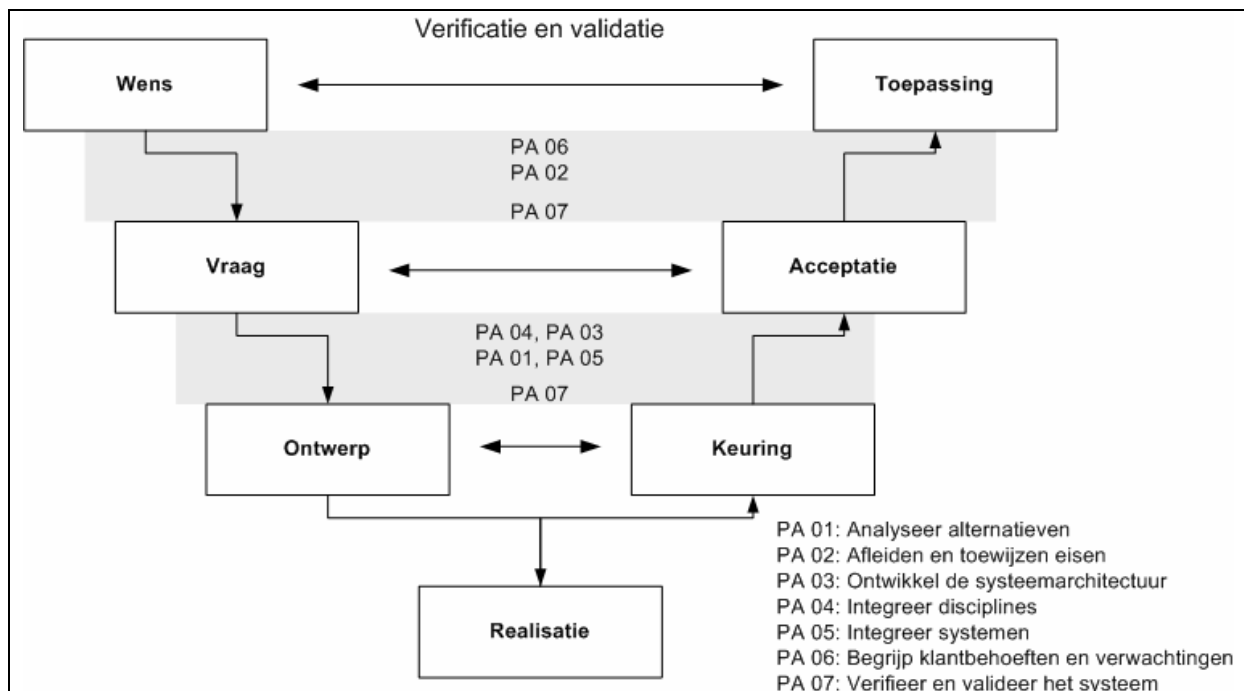
5. Matrixmethode voor de techniek categorie

5.1. Inleiding

Dit hoofdstuk is gewijd aan de matrixmethode, deze methode is in het kader van dit onderzoek opgesteld om de huidige Systems Engineering aanpak van BAM-O te verbeteren op de proces areas van de techniek categorie. De praktische uitvoering van de matrixmethode is te vinden in de bijlagen, dit hoofdstuk gaat vooral in op de totstandkoming van de methode en de theoretische onderbouwingen.

5.2. De techniek categorie in relatie met het V-model

De matrixmethode is opgesteld om de huidige SE aanpak van BAM-O (N50) te verbeteren. Hierbij is gekeken naar een methode om de techniek categorie te verbeteren. De techniek categorie van Systems Engineering kan als een V-model worden weergegeven, waarvan de linkerkant de stappen/processen weergeeft van het ontwikkelproces (initiatie tot realisatie) van het systeem en de rechterkant de verificatie. De proces areas 1 t/m 7 (Techniek Categorie) zijn in dit model verwerkt. De plaats van de proces areas tussen de stappen van het V-model is in figuur 5.1 weergegeven. De proces areas zorgen ervoor dat zowel de ontwerpfase als de testfase wordt gedekt. De matrixmethode zorgt direct voor de invulling van de linker/ontwerpkant en indirect voor de rechterkant. De stappen aan de linkerkant van het V-model worden namelijk door gebruik van de matrixmethode uitgevoerd. De stappen aan de rechterkant (testfase) worden door de matrixmethode niet direct uitgevoerd, maar de matrixmethode zorgt er wel voor dat deze stappen gemakkelijker zijn uit te voeren.



Figuur 5.1: V-model met proces areas

Voor het uitvoeren van deze proces areas is een aantal instrumenten benoemd die in de matrixmethode worden toegepast, namelijk:

- Boomstructuren voor het afleiden en toewijzen van de eisen.
- Boomstructuren voor de ontwikkeling van de systeem architectuur.
- Matrices om de relatie tussen de boomstructuren weer te geven en daarmee de integratie van de systemen aan te geven.
- Matrices die zorgen voor traceerbaarheid van de eisen, dit ondersteunt de validatie en verificatie.

In de volgende paragraaf zal de matrixmethode, bestaande uit boomstructuren en matrices, worden uitgelegd.

5.3. De matrixmethode

De matrixmethode bestaat uit boomstructuren die gekoppeld worden door middel van matrices. De boomstructuren worden gebruikt om actoren, belangen, functies, eisen, objecten en activiteiten in kaart te brengen en te decomponeren en te integreren. Complexe systemen kunnen op deze manier in kaart worden gebracht en zijn zo beter te begrijpen. De boomstructuren zijn onderling gerelateerd, uit de ene volgt de ander, waaruit weer een volgende volgt. Om de relatie zichtbaar te maken wordt gebruik gemaakt van matrices waarin de relatie tussen de elementen van de boomstructuren wordt weergegeven.

De eerste stap in de totstandkoming van de matrixmethode is een inventarisatie van verschillende SE instrumenten geweest. Naar aanleiding van het proefschrift van Derrick Tate (Tate, 1999) is gekeken naar de mogelijkheid om boomstructuren met elkaar te koppelen via matrices. In hoofdstuk 4 van Tate, laat Tate namelijk zien dat uit de hoger liggende functionele eisen de ontwerp parameters volgen, waaruit weer de fysieke objecten volgen. De relatie tussen de verschillende ontwerpstappen geeft Tate weer in design matrices.

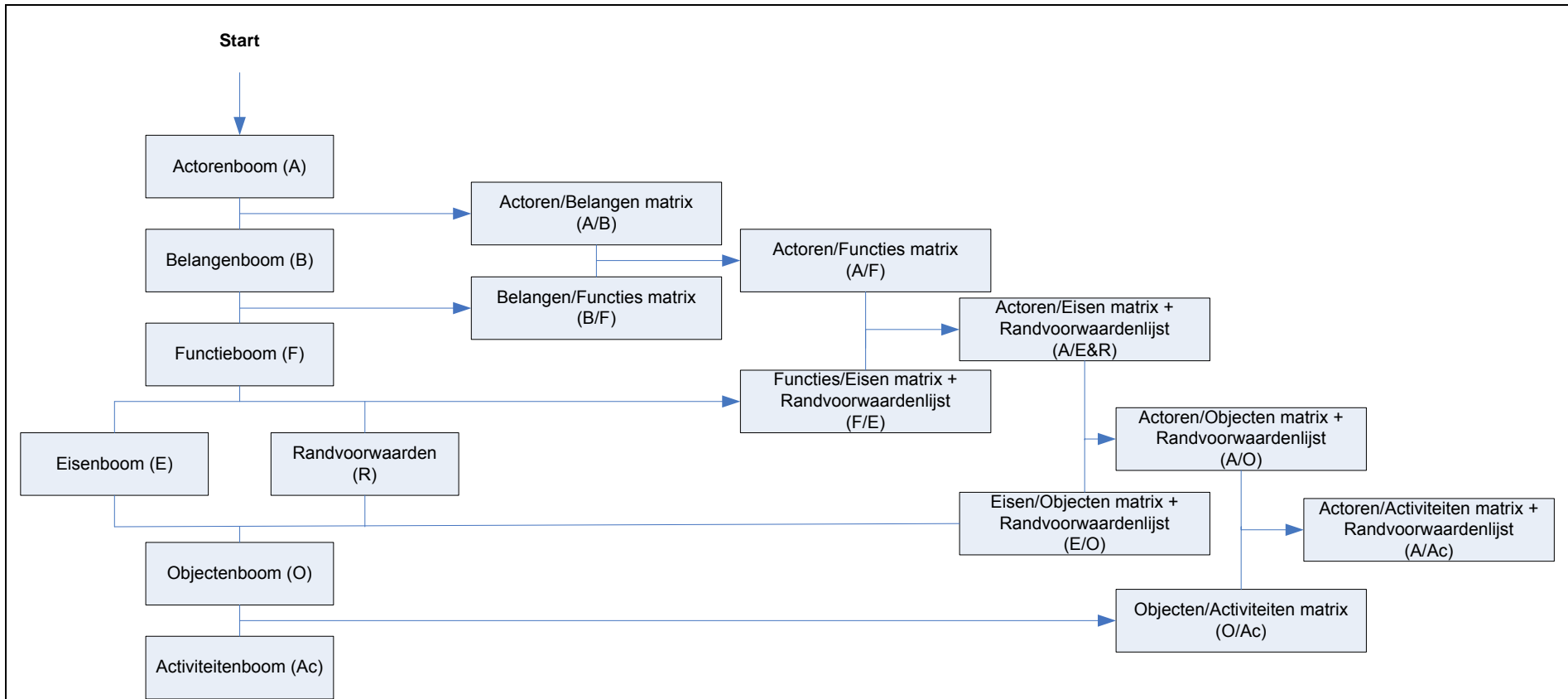
Voor de matrixmethode is een handleiding geschreven, deze is terug te vinden in de bijlage. Hierin staat praktische informatie en voorbeelden over het opstellen van boomstructuren en invullen van de matrices.

In dit hoofdstuk zal de betekenis en het gebruik van de matrices worden verduidelijkt. Dit zal stap voor stap in de onderstaande paragrafen gebeuren.

Voor de duidelijkheid is de aaneenschakeling boomstructuren en matrices die tussen de actoren en de eindplossing liggen in figuur 5.2 weergegeven.

Figuur 5.2 moet gelezen worden van boven naar beneden en van links naar rechts. Van boven naar beneden geeft de volgorde van de boomstructuren achtereenvolgens in tijd aan. Bij de actorenboom (A) wordt gestart en van daaruit wordt stap voor stap gekomen tot de objectenboom en vervolgens nog de activiteitenboom (Ac).

De relatie tussen de bomen kan worden vastgelegd in matrices, van links naar rechts is aangegeven welke matrix volgt uit 2 boomstructuren. Ook is aangegeven welke matrix wordt verkregen door 2 matrices te vermenigvuldigen, door deze doorrekenmethode is uiteindelijk te zien hoe de eerste en de laatste boomstructuur met elkaar in relatie staan. De doorrekenmethode is een hulpmiddel om een beslissing te maken, de uitgerekende matrices laten namelijk de berekende voorkeur van de actoren zien.



Figuur 5.2: Ontweepsysteem (boomstructuren en matrices)

Invulling matrices

In dit onderzoek onderscheiden we twee soorten matrices de relatiematrix en de correlatiematrix. In een relatiematrix (RM) wordt de relatie tussen de verschillende boomstructuren weergegeven. De correlatiematrix is het product van de relatiematrix met zijn getransponeerde versie van deze relatiematrix. De correlatiematrix geeft de mate van overeenkomst tussen elementen van 1 boomstructuur bijvoorbeeld bij de Actoren/Belangen matrix de overeenkomst tussen actoren onderling op basis van hun belangen.

5.3.1. Relatiematrices:

Een voorbeeld van een relatiematrix is de Actoren/Belangen matrix, die de relatie tussen de actoren(boom) en de belangen(boom) weergeeft. De actoren hebben belangen, de relatie is weer te geven door de actoren op de rijen van de matrix te zetten en de functies in de kolommen van de matrix.

De relatie tussen 2 bomen (invulling van de getallen in de matrix) kan met behulp van de Analytic Hierarchy Process (AHP) worden bepaald, dit is een methode die criteria onderling afweegt met behulp van de schaal van Saaty. Deze methode moet voor alle elementen die in de eerste kolom staan afzonderlijk gebeuren, bijvoorbeeld bij een actoren/belangen matrix moeten voor iedere actor afzonderlijk de belangen tegen elkaar gewaardeerd worden. In bijlage 11 staat de AHP-methode uitgelegd.

Tabel 5.1: Schaal van Saaty

Comparative Importance	Definition	Explanation
1	Equally important	Two decisions elements equally influence the parent decision element.
3	Moderately more important	One decision element is moderately more influential than the other.
5	Strongly more important	One decision element has stronger influence than the other.
7	Very strongly more important	One decision element has significantly more influence over the other.
9	Extremely more important	The difference between influences of the tow decision elements is extremely significant.
2,4,6,8	Intermediate judgement values	Judgement values between equally, moderately, strongly, very strongly and extremely.

De getallen verkregen uit de AHP zijn wegingsfactoren, als gevolg hiervan ligt de waarde van ieder element tussen de 0 en de 1 en is de som van iedere rij 1.

Het element (i,j) op de i-de rij en de j-de kolom geeft aan hoe belangrijk het j-de element voor het i-de element is, hoe hoger de score hoe belangrijker.

Op de Eisen/Objecten matrix na kunnen alle matrices ingevuld worden met de AHP-methode.

Bij de Eisen/Objecten matrix moet gekeken worden hoe goed de objecten/concepten aan de eisen voldoen. Het bepalen van de gewichten komt nu meer in de buurt van meten, zo kan ook een afweging gemaakt worden tussen twee of meerder soorten objecten die dezelfde eisen vervullen. Bijvoorbeeld twee verschillende typen lichtmasten, waarbij de ene een lagere kostprijs heeft, maar de ander een langere levensduur heeft en energie zuiniger is. Het gewicht wordt niet volgens de AHP-methode bepaald, maar op basis van de gegevens die over de objecten bekend zijn (bijvoorbeeld via de lichtmast leverancier). Dit kan op de volgende manier:

Ten eerste moet per object de waarde, die het object voor iedere eis haalt, bepaald worden. Vervolgens moet de spreiding per eis bepaald/geschat worden. Bijvoorbeeld lantaarnpaal 1 (L1) heeft een kostprijs van €200 per stuk en een lichtopbrengst van 1200 lumen. Voor de kostprijs is gevonden dat de goedkoopste lichtmast 100 euro is en de duurste 600 euro. De score loopt hier van 0 tot 1, dus die van €100 krijgt score 0 en die van €600 score 1, dan

krijgt L1 score 0,29 namelijk: $\frac{1}{600-100} = \frac{x}{200-100} \Rightarrow x = 200 - 100 \times \frac{1}{500} = 0,20$. Met

deze score krijgt de duurste lichtmast de voorkeur, om dit te corrigeren moet de ingevulde score 1-“berekende score” zijn, dus voor L1: $1-0,2 = 0,8$

Voor lichtopbrengst: stel de zwakste lamp geeft 100 lumen en de sterkste 3000 lumen dan wordt de waarde voor L1 $1200 - 100 \times \frac{1}{2900} = 0,38$.

Het kan ook voorkomen dat aan een eis wel (1) of niet (0) voldaan wordt. Bijvoorbeeld een eis voor de minimale hoogte van 2 meter, van een lantaarnpaal van 1 meter kan dan niet worden gezegd dat deze voor de helft voldoet, er moet dan gezegd worden dat deze niet voldoet.

De volgende voorbeelden

Voorbeeld actoren/belangen matrix:

Tabel 5.2: Actoren/ Belangen matrix

Actoren \ Belangen	Tijd	Kwaliteit
Opdrachtgever	0,8	0,2
Opdrachtnemer	0,4	0,6

De opdrachtgever heeft een veel groter belang bij de tijd (0,8) dan bij kwaliteit (0,2), voor de opdrachtnemer is de tijd juist iets minder belangrijk dan de kwaliteit. Alle matrices moeten op deze manier ingevuld en uitgelegd worden. Voor de duidelijkheid volgt hier een tweede voorbeeld van een eisen/objecten matrix.

Voorbeeld eisen/objecten matrix:

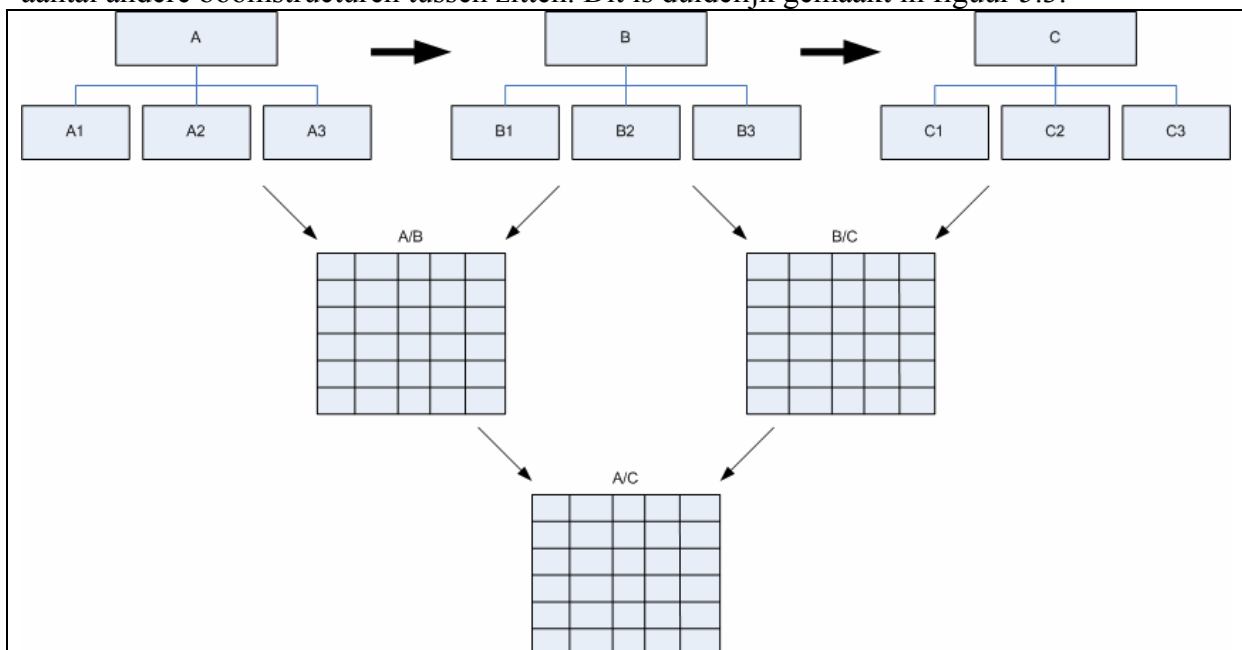
Tabel 5.3: Eisen/Objecten matrix

Eisen \ Objecten	Lichtmast type 1	Lichtmast type 2
Levertijd	0,7	0,3
Lichtopbrengst	0,2	0,8
Kostprijs	0,6	0,4

De score levertijd is bij lichtmast type 1 hoger dan bij lichtmast type 2, een hogere score betekent een kortere levertijd (aangezien de voorkeur uit gaat naar korte levertijd). Bij de lichtopbrengst heeft type 2 een veel grotere waarde dan type 1, de hogere waarde van type 2 wil zeggen dat type 2 voor meer lichtopbrengst zorgt (hogere lichtopbrengst heeft de voorkeur). Voor de kostprijs is de score van type 1 groter, de hogere waarde van type 1 wil zeggen dat type 1 een lagere kostprijs heeft, een lage kost prijs is immers gewenst en krijgt daarom een hogere score.

Doorrekenen relatiematrixes

Boomstructuren kunnen directe afgeleiden van elkaar zijn, maar het kan ook zijn dat er een aantal andere boomstructuren tussen zitten. Dit is duidelijk gemaakt in figuur 5.3.



Figuur 5.3: Berekening relatie matrixes

Figuur 5.3 is een vereenvoudigde weergave, er zijn een aantal stappen weggehaald tussen de belangenboom en de conceptenboom.

Bij dit voorbeeld, volgt uit de actorenboom (A) de belangenboom (B) en uit B volgt weer de conceptenboom (C). De relatie tussen A en B is weergegeven in matrix A/B en de relatie tussen B en C in matrix B/C. Tussen A en C is een indirect verband, de relatie tussen A en C is uit te rekenen door de matrices A/B en B/C met elkaar te vermenigvuldigen. A/C

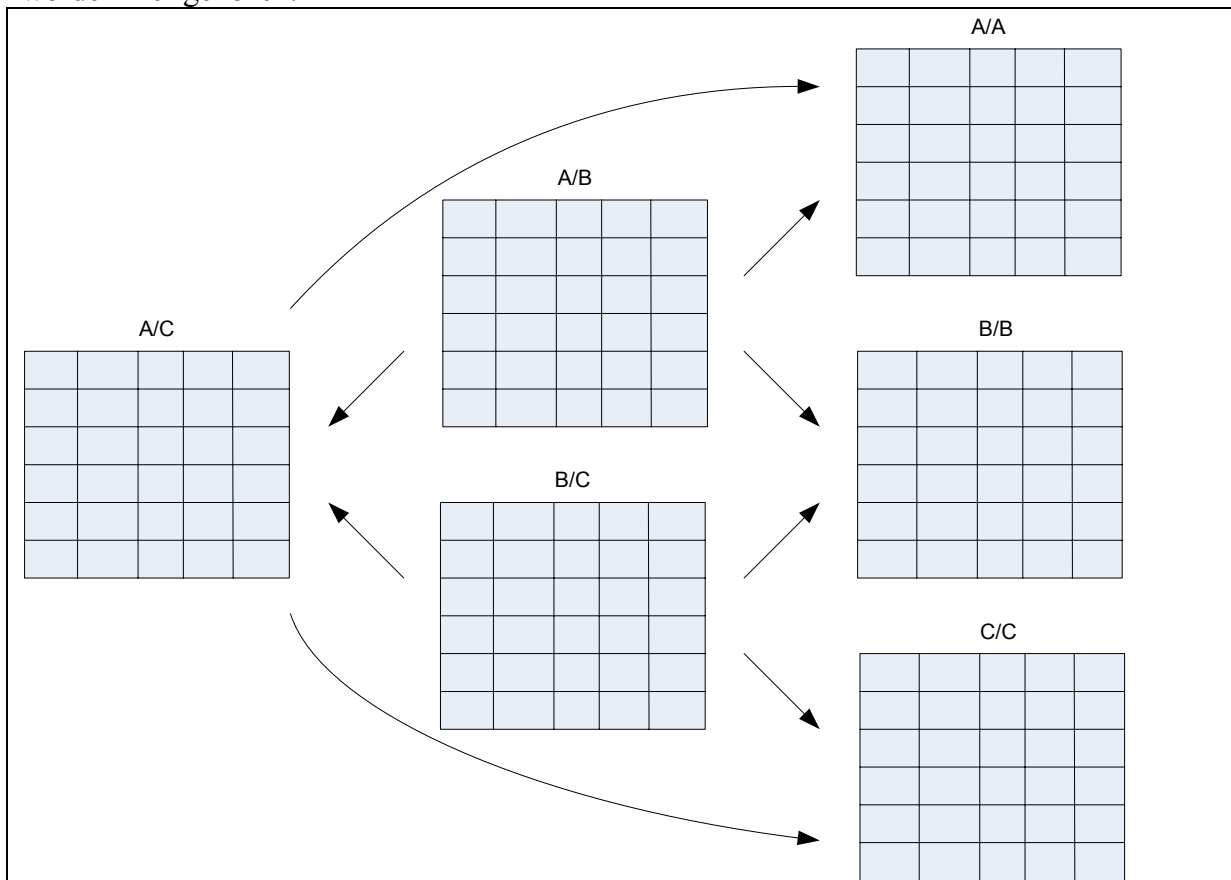
De vermenigvuldiging is een normale matrix vermenigvuldiging, dus de kolommen maal de rijen, een matrixvermenigvuldiging kan alleen als het aantal kolommen van de eerste matrix gelijk is aan het aantal rijen van de tweede matrix. Dit klopt voor de manier hoe de matrices ingevuld moeten worden. Bijvoorbeeld de vermenigvuldiging van de A/B matrix, waar de belangen op de kolommen staan, met de B/C matrix, waar de belangen op de rijen staan. In beide gevallen gaat het om dezelfde belangen en dus is het aantal kolommen van de eerste matrix gelijk aan het aantal rijen van de tweede matrix.

5.3.2. Berekening correlatiematrixes

Een correlatiematrix (CM) is een matrix met horizontaal en verticaal dezelfde elementen, het geeft de relatie tussen de onderdelen in de matrix. Zo geeft een actoren/actoren matrix aan in welke mate de actoren met elkaar overeenkomen.

Vanuit een ingevulde A/B matrix is het mogelijk om een A/A en een B/B matrix te berekenen. De uit B/C berekende matrix B/B hoeft niet gelijk te zijn aan in de uit de A/B matrix berekende BB matrix. De uit B/C berekende matrix zegt iets over de relatie tussen de belangen (B) vanuit het gezichtspunt van de concepten (C), de uit A/B berekende matrix geeft de relatie vanuit het gezichtspunt van de actoren (A).

In figuur 5.4 is weergegeven hoe de verschillende matrixes te berekenen zijn, A/B en B/C worden hier gekozen.



Figuur 5.4: Berekening correlatiematrixes

Het vermenigvuldigen van matrix A/B met de getransponeerde matrix A/B^T levert matrix $B/B^{(1)}$ op. Vermenigvuldiging van matrix B/C met B/C^T levert matrix $B/B^{(2)}$ op. Matrix $B/B^{(1)}$ en $B/B^{(2)}$ zullen in de meeste gevallen niet gelijk zijn. In dit voorbeeld moet matrix $B/B^{(1)}$ gezien worden als de relatie tussen de belangen (B) gezien vanuit het oogpunt van de actoren (A), dus in hoeverre de actoren overeenstemming vinden in de belangen. Matrix $B/B^{(2)}$ geeft een overzicht van de relatie tussen de belangen gezien vanuit het oogpunt van de concepten (C). Dit zelfde principe geldt voor A/A matrix of C/C matrix

Vermenigvuldiging van A/B met B/C levert A/C op en vanuit A/C is het mogelijk om A/A of C/C te berekenen.

Het product van een matrix met zijn getransponeerde matrix levert een matrix op waarvan de scores niet meer overeenkomen met de schaalverdeling, daarom moet de correlatiematrix genormeerd worden. De kolommen en rijen van een matrix kunnen gezien worden als vectoren. Een vermenigvuldiging van een matrix A/B met A/B^T is dan de berekening van het inproduct van de rijvectoren van A/B met de kolomvectoren van A/B^T . Door het inproduct te delen door het product van de lengte van de vectoren krijg je de cosinus van de hoek van de

$$\text{vectoren: } \cos(a_1, a_2) = \frac{a_1 \cdot a_2}{|a_1| \cdot |a_2|}$$

Deze cosinus komt overeen met de correlatiecoëfficiënt ρ indien de gemiddelden nul zijn:

$$\rho = \frac{\sum \left(a_{1i} - \frac{1}{n} \sum a_{1i} \right) \left(a_{2i} - \frac{1}{n} \sum a_{2i} \right)}{\sqrt{\sum \left(a_{1i} - \frac{1}{n} \sum a_{1i} \right)^2} \sqrt{\sum \left(a_{2i} - \frac{1}{n} \sum a_{2i} \right)^2}}$$

De hoek van 2 vectoren is namelijk uit te rekenen met de onderstaande formule:

$$\cos(a_1, a_2) = \frac{a_1 \cdot a_2}{|a_1| \cdot |a_2|} = \frac{\sum a_{1i} a_{2i}}{\sqrt{\sum a_{1i}^2} \cdot \sqrt{\sum a_{2i}^2}}$$

De correlatiecoëfficiënt ρ is uit te rekenen met de volgende formule:

$$\rho = \frac{\sum \left(a_{1i} - \frac{1}{n} \sum a_{1i} \right) \left(a_{2i} - \frac{1}{n} \sum a_{2i} \right)}{\sqrt{\sum \left(a_{1i} - \frac{1}{n} \sum a_{1i} \right)^2} \sqrt{\sum \left(a_{2i} - \frac{1}{n} \sum a_{2i} \right)^2}}$$

Dus $\cos(a_1, a_2) = \rho$ klopt als de gemiddelden nul zijn, $\sum a_{1i} = \sum a_{2i} = 0$.

Als de gemiddelden niet nul zijn, dan $\cos(a_1, a_2) \neq \rho$. Bijvoorbeeld $a_1 = \{0,1\}$ en $a_2 = \{-1,0\}$.

De correlatie is dan 1, maar $\cos(a_1, a_2) = 0$. Wanneer de correlatie tussen twee vectoren 1 is, liggen ze in elkaars verlengde en is de hoek nul.

Voorbeeld:

Hieronder wordt ter illustratie een voorbeeld uitgewerkt waarbij de matrices worden doorberekend.

Onderstaande voorbeelden geven aan hoe de matrix AA vanuit AB en AC berekend is.

Voorbeeld 1:

a/b matrix

a	b	1	2	3	
1		0,2	0,6	0,2	0,66
2		0,5	0,2	0,3	0,62

b/a matrix

b	a	1	2
1		0,20	0,50
2		0,60	0,20
3		0,20	0,30
		0,66	0,62

ab . ba

a	a	1	2
1		0,44	0,28
2		0,28	0,38

lengte a . a

a	a	1	2
1		0,44	0,41
2		0,41	0,38

genormeerd

a	a	1	2
1		1,00	0,68
2		0,68	1,00

Voorbeeld 2:

a/c matrix

c/a matrix

a	c	1	2		c	a	1	2
1		0,4	0,6	0,72	1		0,40	0,70
2		0,7	0,3	0,76	2		0,60	0,30
							0,72	0,76

ac . ca

lengte a .a

genormeerd

a	a	1	2	a	a	1	2	a	a	1	2
1		0,52	0,46	1		0,52	0,55	1		1,00	0,84
2		0,46	0,58	2		0,55	0,58	2		0,84	1,00

Matrix $AA^1 \neq AA^2$ de relatie tussen de actoren is sterker vanuit het oogpunt van de concepten dan vanuit het oogpunt van de belangen. Kennelijk hebben de partijen meer moeite om tot overeenstemming te komen over de belangen dan over de concepten.

In de bijlagen zijn voorbeelden te vinden waarbij boomstructuren zijn gemaakt en matrices zijn opgesteld en doorberekend.

5.3.3. Matrix berekeningen

Om beter inzicht te krijgen in wat er gebeurt bij het doorrekenen van matrices wordt hieronder nader ingegaan op een aantal "extreme" scenario's.

Matrices zoals AB en BC kunnen vermenigvuldigd (doorberekend) worden zodat een nieuwe matrix AC ontstaat, welke iets zegt over de samenhang tussen A en C.

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} \\ & \begin{bmatrix} x_{11} & - & - & - & x_{1m} \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ x_{n1} & - & - & - & x_{nm} \end{bmatrix} & \times & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & \begin{bmatrix} y_{11} & - & - & - & y_{1k} \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ y_{m1} & - & - & - & y_{mk} \end{bmatrix} & = & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} & \begin{bmatrix} z_{11} & - & - & - & z_{1k} \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ | & & & & | \\ z_{n1} & - & - & - & z_{nk} \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Figuur 5.5: Matrix vermenigvuldiging

Door de getallen in matrix AB te veranderen worden wijzigingen in matrix AC bewerkstelligd.

Om te illustreren hoe de matrices eruit kunnen zien en wat dit betekend voor de overeenstemming, zijn hieronder matrices opgesteld voor 3 extreme scenario's.

Scenario 1: Oneens, maar geen bezwaar.

Actor 1 en 2 hebben beiden een verschillend belang en er zijn 2 concepten die ieder slechts 1 van de belangen dienen. De matrices komen er dan als volgt uit te zien (de oplossing is de genormeerde matrix):

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} \\ & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & \times & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & = & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Er is in deze situatie een “conflict” tussen de actoren, maar ze hebben beiden geen bezwaar tegen het concept van de ander en er zijn dan mogelijkheden om tot een compromis te komen.

Scenario 2: Eens, geen beslissing

Actor 1 en 2 hebben beiden gelijke belangen en er zijn twee concepten die beiden de twee belangen dienen. Wanneer een keuze gemaakt moet worden tussen de concepten kan dit niet op basis van de matrix, aangezien geen van beide de voorkeur krijgt. De matrices komen er dan als volgt uit te zien:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{belangen} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} \\ & \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

In dit geval worden de actoren het direct eens.

Scenario 3: Eens, eenduidige beslissing

Actor 1 en 2 hebben gelijke belangen en concept 1 dient dit belang en concept 2 het andere. De actoren zijn het dus eens en kunnen een eenduidige keus maken voor het concept. De matrices komen er dan als volgt uit te zien (de oplossing is de genormeerde matrix):

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{belangen} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} \\ & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

In dit geval zijn de actoren het direct eens en kunnen ze een eenduidige beslissing nemen.

Scenario 4: Oneens en bezwaar

Negatieve belangen zijn bij de invulling van de matrices van de matrixmethode niet aan de orde, voor de volledigheid wordt de situatie bij negatieve waarden hier besproken.

Actor 1 en 2 hebben tegenovergestelde belangen en er zijn 2 concepten die elk van de belangen van 1 actor dienen. De matrices komen er dan als volgt uit te zien (de oplossing is de genormeerde matrix):

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} \text{belangen} \\ \text{actoren} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{belangen} \end{matrix} & & \begin{matrix} \text{concepten} \\ \text{actoren} \end{matrix} \\ & \begin{bmatrix} 0,5 & -0,5 \\ -0,5 & 0,5 \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} 0,5 & -0,5 \\ -0,5 & 0,5 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 0,5 & -0,5 \\ -0,5 & 0,5 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

De actoren worden het niet eens, en ze hebben ook nog bezwaar tegen concept van de ander.

Scenario 4 komt bij de matrixmethode niet voor en moet ook vermeden worden. Scenario 2 en 3 zijn het meest gewenst, naar deze situaties moet gestreefd worden. De praktijk zal vaak een mengeling zijn van de scenario's. De kunst is dan te sturen richting scenario 3 (of 2).

Dit sturen kan doordat de actoren concessies kunnen maken in de belangen. De belangen moeten dan zodanig worden aangepast dat de matrix de vorm van scenario 3 (of 2) aanneemt.

Er van uitgaande dat alleen op de belangen concessies gedaan kunnen worden en niet op de concepten, bekijken we de scenario's nogmaals en kijken we wat er gebeurt bij een wijziging van de elementen van AB.

Scenario 1

Een wijziging van alleen een element op de diagonaal (linksboven naar rechtsonder) van AB heeft geen invloed op de uitkomst. Een wijziging van een element buiten de diagonaal zorgt voor een wijziging van een hele rij van AC, dus wijziging van element x_{ij} zorgt voor wijziging van de i -de rij van AC. In de onderstaande matrixvermenigvuldiging is met rood aangegeven op welke manier wijziging in AB zorgt voor een wijziging in AC.

$$\text{actoren} \begin{matrix} \text{belangen} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \times \text{belangen} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} = \text{actoren} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Scenario 2:

Een wijziging van 1 element van AB zorgt voor een wijziging van de hele rij van AC, dus wijziging van element x_{ij} zorgt voor wijziging van de i -de rij van AC.

In het voorbeeld betekent dit dat een actor ieder concept hetzelfde waardeert, een belang wijzigen betekent dat alle concepten meer of minder gewaardeerd worden.

Dit gegeven is belangrijk omdat in de praktijk de actoren compromissen moeten sluiten om tot overeenstemming te komen.

$$\text{actoren} \begin{matrix} \text{belangen} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \times \text{belangen} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} = \text{actoren} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Scenario 3:

Een wijziging van alleen een element van de linker kolom (kolom met enen) van AB heeft geen invloed op de uitkomst. Een wijziging van een element buiten deze kolom (kolom met nullen) zorgt voor een wijziging van een hele rij van AC, dus wijziging van element x_{ij} zorgt voor wijziging van de i -de rij van AC. In de onderstaande matrixvermenigvuldiging is met rood aangegeven op welke manier wijziging in AB zorgt voor een wijziging in AC.

$$\text{actoren} \begin{matrix} \text{belangen} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \times \text{belangen} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} = \text{actoren} \begin{matrix} \text{concepten} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Scenario 4:

Voor scenario 4 geldt hetzelfde als voor scenario 2, een wijziging van 1 element in AB zorgt voor een wijziging van een hele rij in AC.

5.3.4. Gevoeligheid doorrekenen matrices

Wanneer het effect van het doorrekenen van de matrices bekend is, kan al in een vroeg stadium voorspeld worden of partijen het eens zullen worden. Dit is van belang omdat dan al in een vroeg stadium de belangen zo bijgesteld kunnen worden dat ze het toch eens worden, of dat besloten moet worden niet met elkaar in zee te gaan.

Om te kijken wat het doorrekenen van matrices tot gevolg heeft, zijn matrices met verschillende waarden gekozen in een 2 bij 2 matrix.

De matrix vermenigvuldiging van de actoren/belangen matrix tot de actoren/objecten matrix is voor deze berekening vereenvoudigd in een machtsverheffing van één 2 bij 2 matrix. Dit omdat bij gebruik van ongelijke matrices lastig te herleiden is welke waarde zorgt voor de uitkomst van de laatste matrix. In figuur 5.6 is weergegeven hoe deze vereenvoudiging gedaan is.

$A/B \times B/(F \& R) = A/(F \& R)$	→	$A \times A = A^2$
$A/(F \& R) \times (F \& R)/E = A/E$	→	$A^2 \times A = A^3$
$A/E \times E/O = A/O$	→	$A^3 \times A = A^4$
$(A/O \times O/Ac = A/Ac)$	→	$(A^4 \times A = A^5)$

Figuur 5.6: vereenvoudiging matrix vermenigvuldiging

Matrix A/B is gelijk gesteld aan B/F&R en deze zijn voor het gemak A genoemd, deze twee zijn vermenigvuldigd en leveren zo matrix A^2 op, de overige matrices zijn ook gelijk gesteld aan A en zo kan per cel van matrix A gekeken worden wat de verandering oplevert bij herhaalde vermenigvuldiging.

Als uitgangspunt wordt genomen dat alle belangen voor de beide actoren gelijk zijn. De matrices worden ingevuld met gewichten, die volgens de AHP-methode zijn berekend. Hierdoor wordt de uitgangsmatrix een matrix met waarde 0,5 in elke cel. De actoren denken dan hetzelfde over de belangen en bij de eerste berekening levert dit een matrix (A^2) op met ook weer waarde 0,5 in elke cel.

$$A \times A = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} = A^2$$

Bij de wijzigingen is geconstateerd dat een wijziging van één element op de diagonaal hetzelfde gevolg als de wijziging van het andere element op de diagonaal, dit geldt ook voor de elementen buiten de diagonaal.

Dus bij $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ heeft wijziging a_{11} hetzelfde effect als wijziging a_{22} en wijziging

a_{21} heeft zelfde effect als wijziging a_{12} . Daarom is besloten eerst alleen wijzigingen van a_{11} en a_{21} te onderzoeken. De matrices horen door middel van de AHP-methode ingevuld te worden, invulling met deze methode zorgt ervoor dat het som van de absolute getallen van de rij 1 is. Daarom wordt in deze toets gesteld dat de elementen in de tweede kolom gelijk zijn aan 1 min de absolute waarde het element in dezelfde rij/eerste kolom (waardes liggen tussen de 0 en de 1, de gewijzigde waardes ook negatief kunnen zijn $-1 < a_{ij} < 1$).

We krijgen dan de volgende matrix $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} - |a_{11}| \\ a_{21} & a_{22} - |a_{21}| \end{bmatrix}$ waarin de waarden van a_{11} en

a_{21} worden gewijzigd om te kijken wat er gebeurt tot we bij A^8 zijn.

Om het effect duidelijk zichtbaar te maken kiezen we $n=8$ voor deze analyse.

Voorbeelden:

$a_{11}=0,6 \rightarrow$ waarden kolom 1 (a^*1) naar 0,56 en kolom 2 (a^*2) naar 0,44

$a_{21}=0,6 \rightarrow$ waarden kolom 1 naar 0,55 en kolom 2 naar 0,45

$a_{11}=-0,5 \rightarrow$ waarden gaan naar 0

$a_{21}=-0,5 \rightarrow$ de waarden gaan naar 0

$a_{11}=a_{21}=0,6 \rightarrow$ waarden kolom 1 naar 0,6 en kolom 2 naar 0,4

$a_{11}=a_{21}=-0,5 \rightarrow$ matrix A^2 wordt nul, lege matrix

$a_{11}=a_{21}=-0,6 \rightarrow$ alle waarden gaan naar 0

$a_{11}=0,6$ $a_{21}=0,4 \rightarrow$ alle waarden gaan naar 0,5

Een wijziging op de diagonaal geeft wel hetzelfde effect als ze afzonderlijk veranderen, maar daarmee is het effect nog niet bekeken bij gelijktijdige verandering, daarom zal dat nu ook nog nader bekeken worden:

$a_{12}=a_{21}=0,6 \rightarrow$ alle waarden gaan naar 0,5

$a_{12}=a_{21}=-0,5 \rightarrow$ alle waarden blijven gelijk, de diagonaal blijft 0,5 en de cellen buiten de diagonaal -0,5

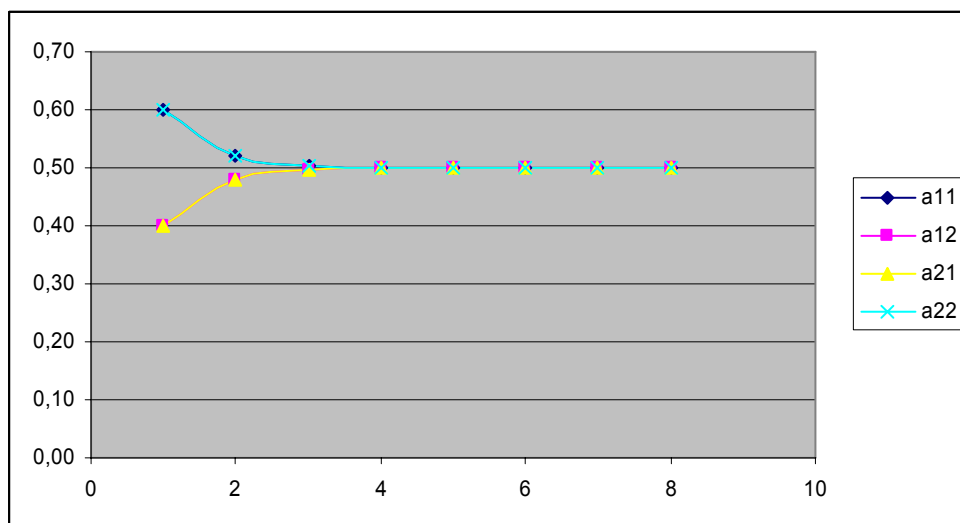
$a_{11}=a_{22}=0,6 \rightarrow$ alle waarden gaan naar 0,5

$a_{11}=a_{22}=-0,5 \rightarrow$ De waarden van de twee diagonalen zijn 0,5 en tegengesteld van teken en het teken wordt iedere rekenstap omgewisseld.

Wat opvalt, is dat bij een matrix volledig gevuld met positieve getallen er altijd een evenwicht ontstaat, waarbij de waarden op of rond de 0,5 komen te liggen.

Voorbeeld:

$$A = \begin{bmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,6 \end{bmatrix} \rightarrow A^8 = \begin{bmatrix} 0,50 & 0,50 \\ 0,50 & 0,50 \end{bmatrix}$$

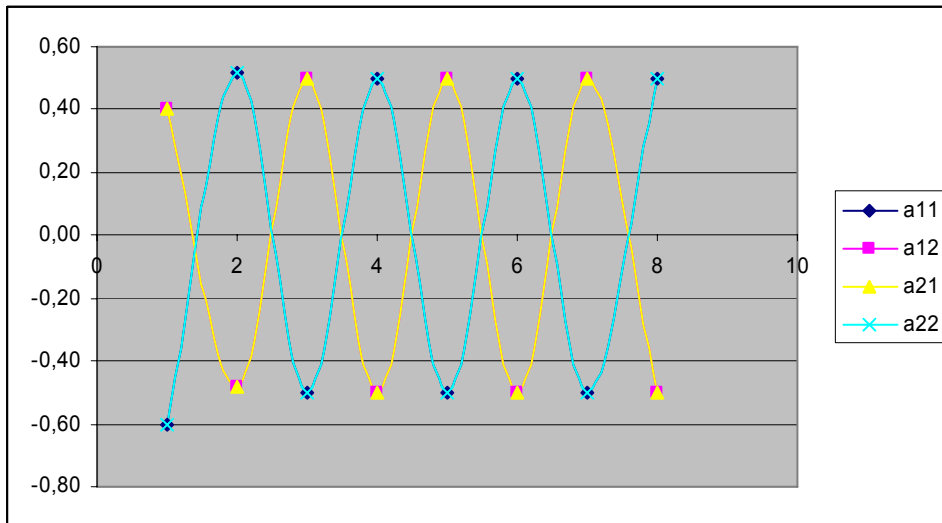


Figuur 5.7: Machtsverheffing positieve matrix

Wanneer de diagonaal van de matrix geheel negatief gaat de lijn alterneren rond de nul-as.

Voorbeeld:

$$A = \begin{bmatrix} -0,6 & 0,4 \\ 0,4 & -0,6 \end{bmatrix} \rightarrow A^8 = \begin{bmatrix} 0,07 & 0 \\ 0 & 0,07 \end{bmatrix}$$

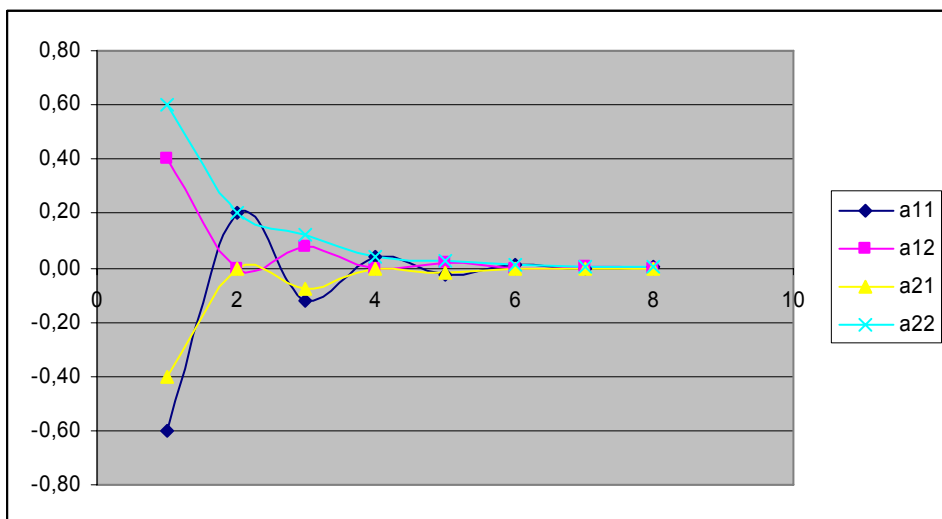


Figuur 5.8: Machtsverheffing matrix met negatieve diagonaal

Wanneer de kolommen van teken verschillen, en de kolommen verschillen van waarden, dan gaan de waarden naar nul.

Voorbeeld:

$$A = \begin{bmatrix} -0,6 & 0,4 \\ -0,6 & 0,4 \end{bmatrix} \rightarrow A^8 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$



Figuur 5.9: Machtsverheffing matrix met tekenverschil tussen kolommen

Positieve waarden leveren dus geen problemen op, alleen een groot verschil kan er voor zorgen dat actoren minder snel overeenstemming krijgen. Negatieve waarden op de diagonaal leveren wel problemen op. Negatieve waarden worden bij de matrixmethode niet gebruikt, de actoren zullen tot overeenstemming komen, hoe snel dit gaat hangt af van de onderlinge verschillen.

5.3.5. Gevoeligheid matrices matrixmethode

In de voorgaande paragraaf is naar de gevoeligheid van het doorrekenen van matrices in het algemeen gekeken. In deze paragraaf is naar de gevoeligheid van het doorrekenen van matrices uit de matrixmethode gekeken, om te ontdekken wat bij het doorrekenen van de matrices (uit de matrixmethode) de snelheid van convergeren van een verstoring is en wat de mate van onderscheid na n vermenigvuldigingen is. Er is gekeken naar de invloed van een kleine verstoring (Δx) in de invoer. Het effect op de eindresultaten van deze verstoring (in de invoer) is bekeken.

De matrix vermenigvuldiging van de actoren/belangen matrix tot de actoren/objecten matrix is voor deze berekening vereenvoudigd tot een machtsverheffing van een 2 bij 2 matrix en een 3 bij 3 matrix. In het onderstaande overzicht is weergegeven hoe deze vereenvoudiging gedaan is.

$A/B \times B/F = A/F$	\rightarrow	$A \times A = A^2$
$A/F \times F/E = A/E$	\rightarrow	$A^2 \times A = A^3$
$A/E \times E/O = A/O$	\rightarrow	$A^3 \times A = A^4$
$(A/O \times O/Ac = A/Ac)$	\rightarrow	$(A^4 \times A = A^5)$

Figuur 5.10: vereenvoudiging matrix berekening

Matrix A/B is gelijk gesteld aan B/F en deze zijn voor het gemak A genoemd met elementen a_{ij} . Deze twee matrices zijn vermenigvuldigd en leveren zo matrix A^2 op, de overige matrices zijn ook gelijk gesteld aan A en zo kan per cel van matrix A gekeken worden wat de verstoring oplevert bij herhaalde vermenigvuldiging.

Allereerst is gekeken hoe een eenvoudige 2×2 matrix reageert op een kleine verstoring (Δa) van a_{11} . Aangezien een matrix gevuld wordt met wegingsfactoren waarvan de som van de rij elementen gelijk is aan 1, heeft een verandering van Δa aan 1 element in de rij, een verandering van totaal $-\Delta a$ voor de overige elementen in de betreffende rij. Dus voor een 2×2 matrix: $a_{11} + \Delta x \rightarrow a_{12} - \Delta x$ en voor een 3×3 matrix: $a_{11} + \Delta x \rightarrow a_{12} - 0,5\Delta x$ & $a_{13} - 0,5\Delta x$.

Voor drie verschillende 2×2 matrices is gekeken hoe een kleine verandering in de beginmatrix doorwerkt in de laatste matrix.

Matrix 1:

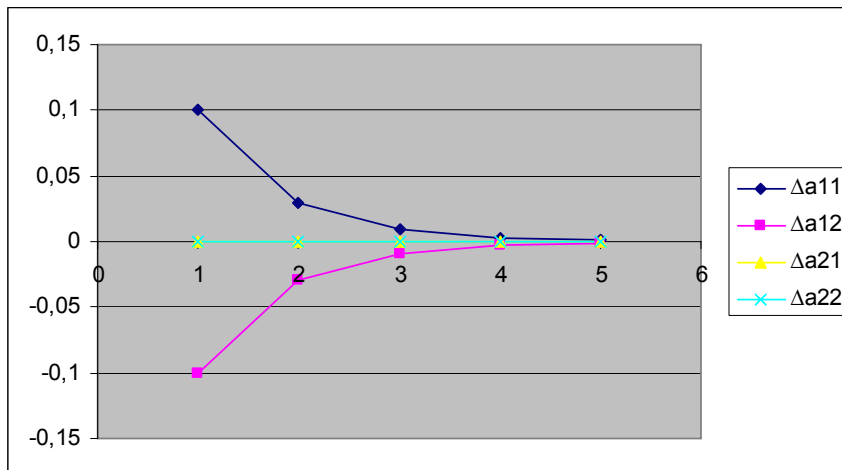
De 2×2 matrix $\begin{bmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,3 & 0,7 \end{bmatrix}$ is 4 maal met zichzelf vermenigvuldigd (dus tot A^5), waarbij de

resultaten van iedere vermenigvuldiging zijn genoteerd (A^2 , A^3 , A^4 en A^5) Vervolgens is in de eerste matrix bij a_{11} een verstoring van $+0,1$ (Δa) aangebracht en als gevolg daarvan bij a_{12} een verstoring van $-0,1$ ($-\Delta a$). Deze verstoorte matrix is ook 4 maal vermenigvuldigd met de originele matrix, waarbij de resultaten zijn genoteerd.

Vervolgens zijn de resultaten vergeleken. Bij de vergelijking wat te zien dat bij doorreken na de eerste berekening ($n=2$) nog $3/10$ van de verstoring "over" is, na 2 berekening is daar nog $3/10$ van over en dus nog $9/100$ van de beginverandering.

Het resultaat van een kleine verstoring (Δa) voor deze matrix is te schrijven als $\Delta a \cdot (0,3)^{n-1}$.

De resultaten van de deze vergelijking is in figuur 5.11 weergegeven. Waarbij de horizontale as de macht (n) van de matrix aangeeft en de verticale as de het verschil aangeeft die tussen de originele matrix doorrekening en de matrix doorrekening met de kleine verandering (Δa) in de beginmatrix.



Figuur 5.11: Resultaat verstoring bij machtsverheffing matrix 1

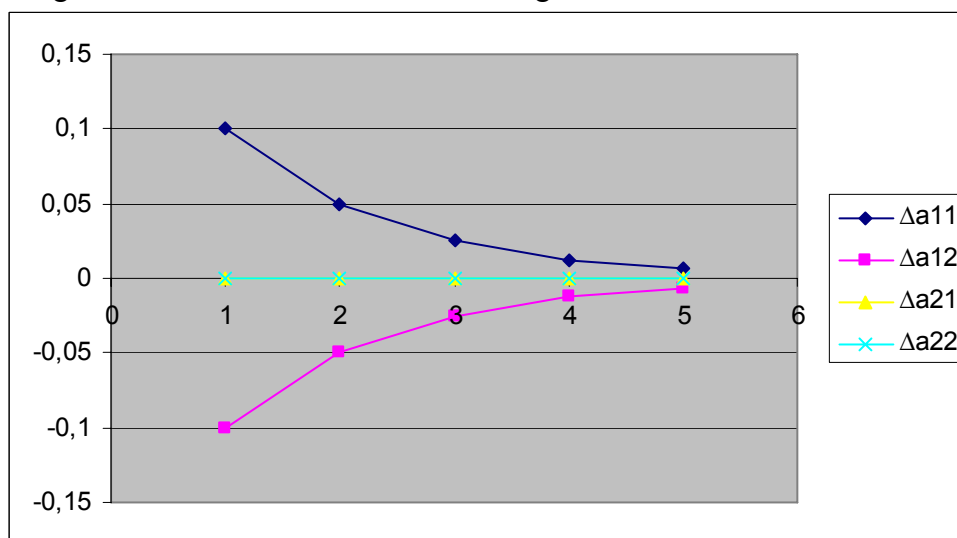
Het voorgaande proces is bij nog twee 2x2 matrices gedaan.

Matrix 2:

Bij de 2x2 matrix $\begin{bmatrix} 0,8 & 0,2 \\ 0,3 & 0,7 \end{bmatrix}$ is het resultaat van een kleine verandering (Δa) voor deze

matrix is te schrijven als $\Delta a \cdot (0,5)^{n-1}$.

In figuur 5.12 is te zien hoe de verandering doorwerkt.



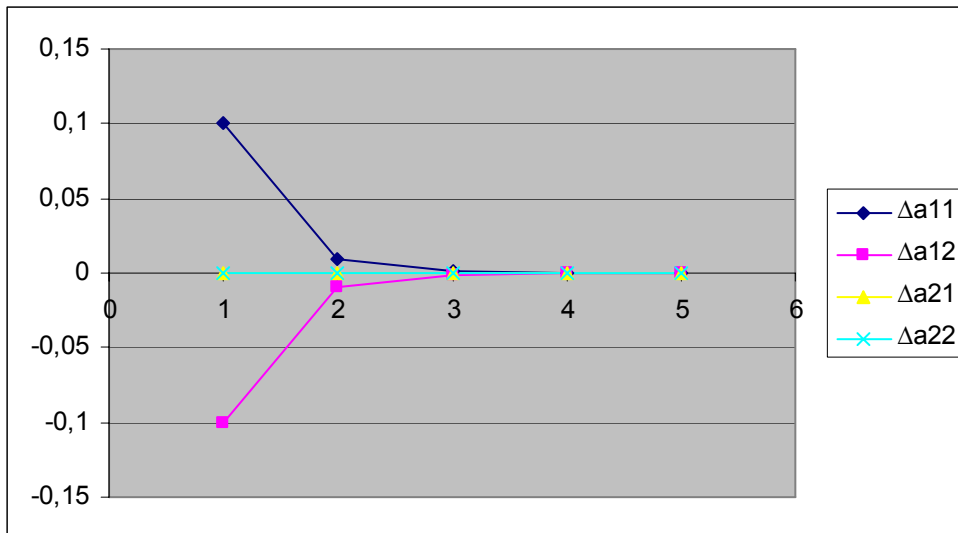
Figuur 5.12: Resultaat verstoring bij machtsverheffing matrix 2

Matrix 3:

Bij de 2x2 matrix $\begin{bmatrix} 0,6 & 0,4 \\ 0,5 & 0,5 \end{bmatrix}$ is het resultaat van een kleine verandering (Δa) voor deze

matrix is te schrijven als $\Delta a \cdot (0,1)^{n-1}$.

In figuur 5.13 is te zien hoe de verandering doorwerkt.



Figuur 5.13: Resultaat verstoring bij machtsverheffing matrix 3

Deze berekeningen zijn in de volgende algemene vorm op te schrijven:

Neem matrix A: $A = \begin{bmatrix} a11 & a12 \\ a21 & a22 \end{bmatrix}$ en neem voor een kleine verstoring Δa : $\Delta A = \begin{bmatrix} \Delta a & -\Delta a \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$

De berekening zonder verstoring is te schrijven als $A \cdot A^{n-1} = A^n$

Met verstoring wordt dit: $(A + \Delta A)A^{n-1} = A^n + \Delta A \cdot A^{n-1}$

$$\Delta A \cdot A = \begin{bmatrix} (a11 - a21)\Delta a & (a12 - a22)\Delta a \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\Delta A \cdot A^{n-1} = \begin{bmatrix} (a11 - a21)^{n-1} & (a12 - a22)^{n-1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \Delta a$$

Aangezien geldt dat: $0 < a_{ij} < 1$ betekend dit dat

$$\Delta A \cdot A^{n-1} = \begin{bmatrix} (a11 - a21)^{n-1} & (a12 - a22)^{n-1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \Delta a \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0 \text{ met ander woorden, de verstoring}$$

dempt uit.

$\Delta A \cdot A^{n-1} \neq A^{n-1} \cdot \Delta A$, hier geldt dat $\Delta A \cdot A^{n-1}$ en niet $A^{n-1} \cdot \Delta A$, de verstoring wordt alleen in de beginmatrix toegebracht.

De determinant van matrix A is: $\det A = a11 \cdot a22 - a12 \cdot a21$

Door het invullen van matrices met wegingsfactoren geldt dat de som van de rijelementen

gelijk is aan 1. Hieruit volgt dat bij matrix A: $a12 = 1 - a11$
 $a22 = 1 - a21$

De determinant van A is te schrijven als:

$$a11 \cdot a22 - a12 \cdot a21 = a11 - a11 \cdot a21 - a21 + a11 \cdot a21 = a11 - a21 = -(a12 - a22)$$

$$\text{Dus we kunnen } \Delta A \cdot A^{n-1} = \begin{bmatrix} (\det A)^{n-1} & (-\det A)^{n-1} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \Delta a$$

De verstoring Δa convergeert dus met de factor $(\det A)^{n-1}$.

Voor de snelheid van convergeren geldt dus: $\Delta a \cdot (\det)^{n-1}$

Bij nader empirisch onderzoek blijkt deze formule niet voor alle matrices te gelden, maar wel voor de matrices van de matrixmethode. Deze worden ingevuld met wegingsfactoren, waardoor de som van de rijelementen gelijk is aan 1 en de determinant altijd tussen -1 en 1 ligt, er geldt dus: $-1 < \det < 1$

Hierdoor geldt ook dat de verandering (Δx) altijd uitdempt, hoe snel de uitdemping gaat hangt af van de grote van de determinant, hoe dichter deze bij de nul ligt hoe sneller de uitdemping verloopt.

Ook bij een 3x3 matrix is te zien dat de verandering uitdempt (steeds kleiner wordt) en dat de mate van uitdemping afhankelijk is van de invoer van de matrices. Echter geldt bij een 3x3 matrix niet de formule: $\Delta x \cdot (\det)^{n-1}$ voor de uitdemping.

Voor de doorwerking van de verandering voor een 3x3 matrix is geen algemene formule voor gevonden. Mogelijk is er vanuit de wiskunde een theoretische onderbouwing te geven van hoe de matrices uitdempen. Voor dit onderzoek nemen we genoegen met de empirische onderbouwing van de 2x2 matrix waarin te zien is dat de kleine verandering (Δx) uitdempt en de snelheid en mate van uitdemping respectievelijk af hangt van de determinant en het aantal vermenigvuldigingen.

5.3.6. Relatie matrixmethode met proces areas techniek categorie

Hieronder zal worden uitgelegd hoe het geheel van boomstructuren en matrices (ontwerpsysteem) invulling geeft aan de verschillende proces areas van de techniek categorie.

PA 01: Analyseer alternatieven

De hele matrixmethode is opgesteld om alternatieven te beoordelen en te rangschikken, daarmee worden de activiteiten van deze proces area uitgevoerd.

PA 02: Het afleiden en toewijzen van eisen

Het afleiden van de eisen gebeurt bij het afleiden van de functies en randvoorwaarden die bij de belangen horen (belangen/functie matrix en belangen/randvoorwaarden matrix) en bij het afleiden van de eisen die bij de functies en randvoorwaarden (functies en randvoorwaarden/eisen matrix) horen. Het toewijzen van de eisen gebeurt bij het koppelen van de eisenboom aan de objectenboom (eisen objecten matrix).

PA 03: Ontwikkel de systeemarchitectuur.

Het ontwikkelen van de systeemarchitectuur bestaat uit de invulling van de objectenboom.

PA 04: Integreer disciplines

Deze proces area is niet in het ontwerpsysteem inbegrepen. Wel geeft de matrixmethode mogelijkheden om de communicatie tussen de disciplines te verbeteren, doordat ontwerpkeuzes beter uitgelegd kunnen worden.

PA 05: Integreer systemen

De integratie van de systemen zit hem in de koppeling door middel van de matrices.

PA 06 Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

Het begrijpen van de klantbehoeften en verwachtingen gebeurt bij het vastleggen van de belangen van de actoren (actoren belangen matrix).

PA 07: Verifieer en Valideer het systeem:

Deze proces area is niet in het ontwerpsysteem inbegrepen. Wel maakt de matrixmethode, door het vastleggen van de functies en eisen, validatie en verificatie gemakkelijker.

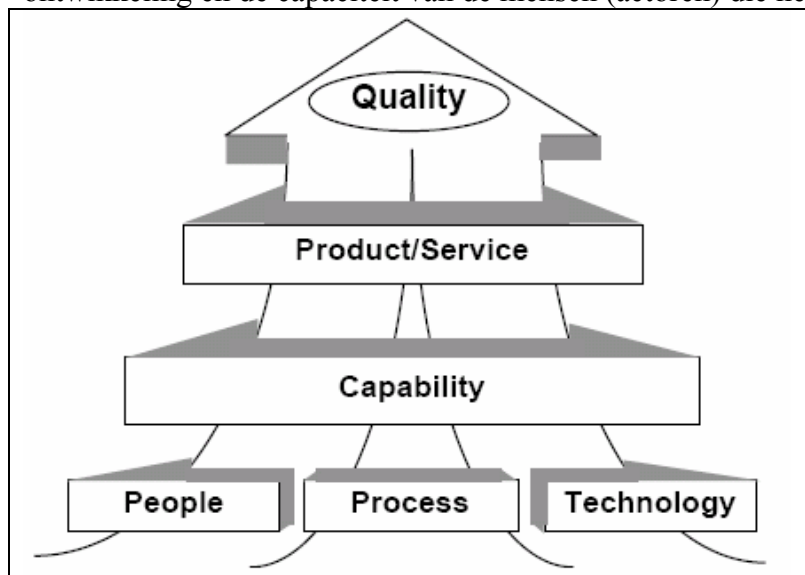
6. Huidige Systems Engineering procedure BAM Wegen Regio Oost (N50)

6.1. Afbakening N50 Hattemerbroek – Kampen Zuid

6.1.1. Inleiding

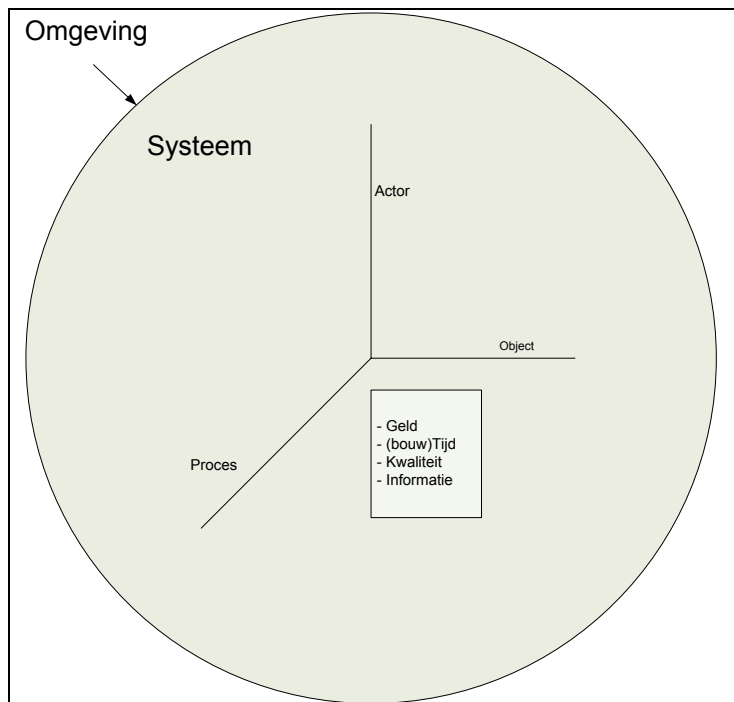
Voor het onderzoek is één case gekozen; het project “N50 Hattemerbroek – Kampen Zuid” (N50). De N50 is gekozen omdat het representatief is voor projecten waar BAM-O SE het is een complex project met een omvang van ongeveer 8 miljoen euro. In dit hoofdstuk zal verder in worden gegaan op de karakteristiek van de N50.

De N50 kan gezien worden als een systeem. De ontwikkeling van een systeem bestaat uit drie dimensies: objecten (techniek), processen en actoren, en kan in de aspecten: geld, (bouw)tijd, kwaliteit en informatie afgebakend worden. Bij SE-CMM (Bate, 1995) is de kwaliteit van een product de directe functie van (ten minste) de processen en de techniek die gebruikt zijn bij de ontwikkeling en de capaciteit van de mensen (actoren) die het werk uitvoeren.



Figuur 6.1: Critische dimensies van de organisatie capaciteit (Bate, 1995)

De afbakening van de N50 is in de volgende paragrafen weergegeven. De in dit hoofdstuk beschreven afbakening van de N50 is o.a. tot stand gekomen in overleg met medewerkers van BAM-O.



Figuur 6.2: Afbakening

6.1.2. Dimensies

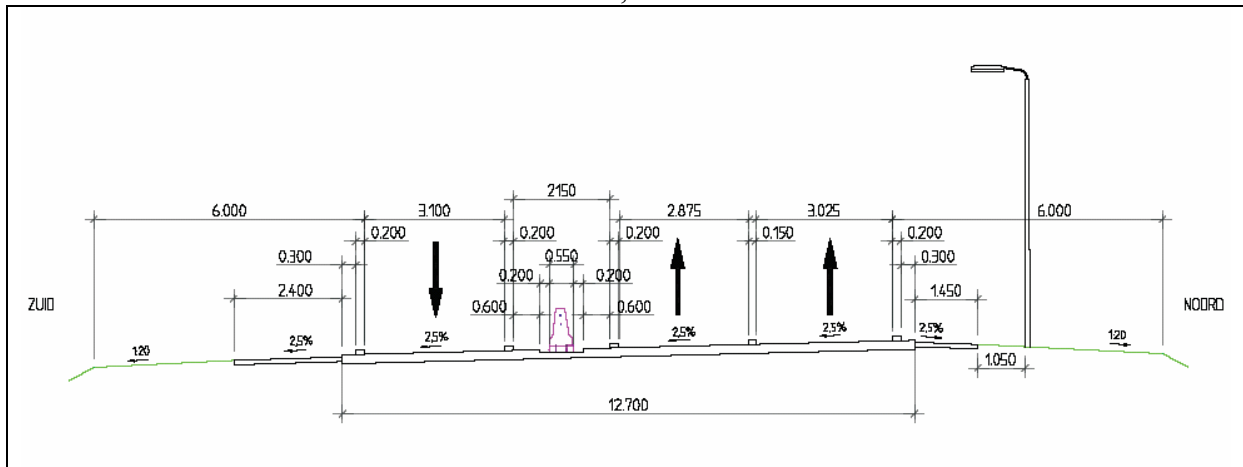
6.1.2.1. Object

De grenzen van het project zijn opgenomen in de bijlage C1B01 (contractstuk N50), en beperken zich van kilometrering km 239.200 tot km 247.500 dus een lengte van 8,3 kilometer. Het werk dient te worden uitgevoerd binnen de grenzen van rijkseigendom. Binnen het project vallen 3 kunstwerken die op de nieuwe situatie moeten worden aangepast. Figuur 6.3 geeft de belangrijkste punten op de kaart aan.

Dwarsprofiel

Voor het dwarsprofiel is uitgegaan van het in het contract bindend voorgeschreven dwarsprofiel met een verhardingsbreedte van 12,70 meter, bestaande uit:

- Redresseerstrook 0,300 meter
- Kantstreep 0,200 meter
- Rijstrook 3,025 meter
- Asstreep 0,150 meter
- Rijstrook 2,825 meter
- Kantstreep 0,200 meter
- Redresseerstrook 0,600 meter
- Gootconstructie met barriër 0,950 meter
- Redresseerstrook 0,600 meter
- Kantstreep 0,200 meter
- Rijstrook 3,100 meter
- Kantstreep 0,200 meter
- Redresseerstrook 0,300 meter
- Totaal 12,700 meter.



Figuur 6.4: Dwarsprofiel N50

Ter plaatse van kruispunt Zalkerbroek zijn de volgende uitgangspunten aangehouden

- Rijstroken 3,100 meter
- In- en uitvoegstroken 2,850 meter
- Blokstrepen 0,450 meter
- Minimale breedte middenberm 1,200 meter
- Rijstroken voor en na het kruispunt dienen recht op elkaar aan te sluiten (geen slingers), wat resulteert in de minimale middenbermbreedte van 1,20 meter (wijkt af van gegeven maat van 2,10 meter uit richtlijn RONA kruipunten)

Dit resulteert in een totale verhardingsbreedte ter plaatse van het kruispunt van 16.000 meter.

Voor het ontwerp is een obstakelvrije zone aangehouden van 6,00 meter (minimaal conform Handboek Wegontwerp Gebiedsontsluitingswegen pg. 117).

Op plaatsen waar bermbeveiling wordt toegepast wordt een obstakelafstand van 1,00 meter aangehouden (conform Handboek Veilige Inrichting Bermen pg. 22).

Op Kunstwerk 2 is onvoldoende ruimte voor een obstakelafstand van 1,00 meter. De obstakelafstand ten opzichte van de bermbeveiliging in de buitenbermen is hier aan beide zijde 0,600 meter (minimaal conform Handboek Veilige Inrichting Bermen pg. 22).

Voor de bermen op maaiveld is een talud met een constante helling aangehouden van 1:20 vanuit binnenkant kantstreep. De halfverhardingen liggen in een helling van 2,5% richting zijberm. De pechhavens liggen ook 2,5% richting zijberm. De maximale helling van het talud van het resterende gedeelte van de zijbermen (bij een obstakelvrije zone van 6,00 meter) is hierbij:

T.p.v. halfverharding 2.40m 1:15

T.p.v. halfverharding 1.45m 1:17

Deze taluds vormen geen obstakel.

Voor de bermen in ophoging (nabij KW2) is een gecombineerd talud met een constante helling aangehouden van 1:3 over een hoogte van de eerste 2 meter ophoging. De resterende ophoging heeft een helling met een talud van 1:2.

Voor de halfverhardingen zijn de volgende breedtes aangehouden:

- T.p.v. standaard dwarsprofiel aan de zijde met 1 rijstrook 2,40 meter
- T.p.v. standaard dwarsprofiel aan de zijde met 2 rijstroken 1,45 meter
- T.p.v. Pechhavens geen
- T.p.v. ophoging KW 2 aan beide zijden 0,80 meter
- T.p.v. in- en uitvoegstrook kruispunt Zalkerbroek 0,80 meter
- Van Km 246.600 tot aansluiting Kampen Zuid aan beide zijden 0,80 meter
- Langs noordzijde kruispunt Zalkerbroek 2,40 meter

De halfverhardingen starten aan de noordzijde bij Km 239.500 en aan de zuidzijde bij Km 239.300.

Onder KW 1 en KW 3 lopen de halfverhardingen aan de noordzijde niet door onder het kunstwerk. (Ontwerpnota N50)

Objectenboom SBS

De Combinatie heeft de N50 opgedeeld in de onderstaande objectenboom, deze is overgenomen uit het Projectmanagementplan van de N50.

<i>ObjectCode</i>	<i>ObjectNaam</i>
-------------------	-------------------

A Weg

A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid

- A.1.01 Wegverharding
- A.1.02 Wegfundering
- A.1.03 Wegbermen
- A.1.04 Afwatering
- A.1.05 Markering
- A.1.06 Wegaansluiting
 - A.1.06.1 N50 - Hattermerbroek
 - A.1.06.2 N50 - Verzorgingsplaats
 - A.1.06.3 N50 - Kampen Zuid
- A.1.07 Verlichting
- A.1.08 Bewegwijzering
- A.1.09 Bebording
- A.1.10 Voertuigkering

A.2 Omgeving

- A.2.1 Flora en fauna
- A.2.2 Kabels en leidingen
- A.2.3 Vergunningen
- A.2.4 Waterhuishouding
- A.2.5 Verkeersmaatregelen
- A.2.6 Communicatie / coordinatie
- A.2.7 Afrastering

A.3 Technische installaties

- A.3.1 VRI Zalkerbroek
- A.3.2 Slagboominstallaties
- A.3.3 Combiflitsers Zalkerbroek

B Kruisingen

B.1 KW 1

- B.1.1 Grondkering
 - B.1.1.1 Ankers landhoofd
 - B.1.1.2 Grondinjectie
 - B.1.1.3 betonpaneel
 - B.1.1.4 Damwand
- B.1.2 voertuigkering

B.2 KW 2

- B.2.1 Betonnen druklaag
- B.2.2 Voertuigkering
- B.2.3 Stootplaten
- B.2.4 Voegovergangen
- B.2.5 Afwatering

B.3 KW 3

- B.3.1 Grondkering
 - B.3.1.1 Ankers landhoofd
 - B.3.1.2 Grondinjectie
 - B.3.1.3 Betonpaneel
- B.3.2 Voertuigkering

B.4 Duikers 1 t/m 4

6.1.2.2. Proces

De Combinatie heeft het project (het systeem) op basis van o.a. betaling, planning en logische bundeling van subsystemen, onderverdeeld in Werkpakketten. De werkpakketten hebben een relatie naar de objecten en alle onderdelen van de subsystemen zijn verwerkt in de gedefinieerde werkpakketten. De bij de aanbesteding ingeleverde Inschrijfstaat bevat de onderverdeling naar werkpakketten. Op basis van de overall planning zullen de activiteiten van de werkpakketten uitgevoerd en bewaakt worden. Bij de opdeling op basis van betaling en planning is geprobeerd de pakketten zo te kiezen dat de tijdsduur niet te lang is, zodat betalingen niet onnodig laat plaats hoeven vinden. Dit is vanuit het oogpunt van de ON gedaan, om zo de continuïteit van de geldstroom te garanderen.

De werkpakketten zijn onderverdeeld in de volgende onderdelen:

- Weg
- Kruisingen

Waarbij als uitgangspunt geldt dat alle genoemde subsystemen en subsysteem definitie onderdelen voor 100% zijn opgenomen in de werkpakketten.

De werkpakketten zijn in tabel 6.1 weergegeven, de nummers met W vallen onder de weg en met een K vallen onder de kruisingen. Het werkpakket 't Harde wordt niet meegenomen in het onderzoek aangezien dit een werk is wat door de OG later is bijgevoegd maar geen binding heeft met de N50. Het ligt enkele kilometers van de N50 verwijderd.

Tabel 6.1: Werkpakketten N50

W01	Ontwerp
W02	Uitvoeringsplannen
W03	Opruimingen
W04	Grondwerk
W05	Verharding verbredingen
W06	Halfverharde bermen
W07	Profileerlagen
W08	Deklagen
W09	Markeringen
W10	Geleiderail/bebording
W11	Barrier
W12	Verlichting
W13	Verkeersmaatregelen
W14	Opleverdocumenten
W15	Stelpost, definitieve VRI
W16	Stelpost, tijdelijke VRI, zit in 13
W17	Hulpdiensten (zie 6)
W18	't Harde
W19	Kruising zalkerbroek
W20	Overige
W21	Verlichting dynamisch deel
K01	Ontwerp kunstwerken
K02	Uitvoeringsplannen
K03	KW1, Burg. Hardenbergweg
K04	KW2, Kamperstraatweg
K05	KW3, v. Hasseltweg

6.1.2.3. Actoren

De hoofdactoren bij het project zijn:

- Rijkswaterstaat
- Arcadis (adviesbureau RWS)
- Combinatie N50
 - o BAM Wegen Oost (penvoerder)
 - o BAM Civiel
 - o Multiconsult

De belangrijkste Onderaannemers en Leveranciers (OAL) zijn (in alfabetische volgorde):

- Asfalt Centrales (Nijkerk (ACN), Deventer (ACS) en Kootstertille (APK))
- BAM Geleiderail (geleiderail)
- BAM Wegen Zuid Oost (barrier)
- van den Berg (verlichting)
- van de Bosch Beton (leverancier grasbeton)
- Denekamp (aanbrengen grasbeton)
- DMC (ontwerpwerkzaamheden kunstwerken)
- Elverding & Kruijff (bebording)
- Firma Peek (VRI)
- Haitsma (prefab barrier)
- KOAC-NPC (onafhankelijke kwaliteitskeuring)
- van Oord (grondwerk)
- Oranjewoud (kerngis¹)
- Profileer Service (profileerlagen)
- Stagro (frezen)
- Traffic Service van Strien (tijdelijke verkeersmaatregelen)
- Viamark (markering)

De belangrijkste raakvlakken tussen de objecten en bijbehorende actoren zijn voor de N50 in tabel 6.2 weergegeven.

¹ Kerngis is het informatiesysteem voor de opslag van areaalgegevens t.b.v. het beheer en onderhoud van de rijksweg. Het bevat zowel geometrische als administratieve gegevens van alle beheerobjecten op en rond de rijksweg.

Tabel 6.2: Raakvlakken

versie		3	L		Opgave door																	
datum		25-9-2006	O		Opgave aan																	
Objecten waartussen raakvlakken bestaan																						
raakvlak nr.	object 1	object 2	Omschrijving van raakvlakken tussen Objecten	Multiconsult	Delta Marine Consult	v/d Berg	Peek	Van Oord	van Herwijnen	BAM geleiderail	Projectbureau BAM	Rijkswaterstaat										
				1	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	B.1 KW 1	Dwarsprofiel, Alignment	L	O													
2	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	B.2 KW 2	Dwarsprofiel, Alignment	L	O																	
3	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	B.3 KW 3	Dwarsprofiel, Alignment	L	O																	
4	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	A.1.07 Verlichting	Ontwerp en lokatie OV in dwarsprofiel	L		O																
5	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	A.1.07 Verlichting	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O		O	L															
6	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	A.1.08 Bewegwijzering	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O			L														O	
7	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O			L															
8	A.2.2 Kabels en leidingen	A.1.01 Wegverharding	Ligging bestaande K&L ten opzichte van nieuwe verharding	O																		L
9	A.2.2 Kabels en leidingen	A.1.07 Verlichting	Lokatie nieuwe K&L	O																		O
10	A.2.2 Kabels en leidingen	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Lokatie nieuwe K&L	O			L															O
11	A.2.2 Kabels en leidingen	A.3.2 Slagboominstallaties	Lokatie nieuwe K&L	O			L															O
12	A.2.2 Kabels en leidingen	B.1 KW 1	Ligging bestaande K&L ten opzichte van damwanden		O																	L
13	A.2.2 Kabels en leidingen	B.2 KW 2	Benodigde mantelbuizen t.b.v. K&L		O																	L
14	A.2.2 Kabels en leidingen	B.3 KW 3	Ligging bestaande K&L ten opzichte van damwanden		O																	L
15	A.3.1 VRI Zalkerbroek	A.3.2 Slagboominstallaties	Koppeling slagboominstallaties aan VRI automaat																			
16	A.1.07 Verlichting	A.3.3 Combifilters Zalkerbroek	Voeding combifilters	O		L		L,O														O
17	A.1.07 Verlichting	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Voeding VRI	O		L	O															
18	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Aanbrengen lussen. Halfverharding t.p.v. lussen later aanbrengen t.b.v. aansluiten lussen	O		L																O
19	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Afstemming barriert.p.v. voegovergang		L																	O
20	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op stalen barriert		O																	L
21	B.1.2 voertuigkering	A.1.10 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op halve stepbarriert KW1		L																	O
22	B.3.2 Voertuigkering	A.1.10 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op halve stepbarriert KW3		L																	O
23	A.1 Wegvak N50 Hattemerbroek - Kampen Zuid	B.2 KW 2	Dikte asfalt dikte op kunstwerk	L	O																	
24	A.1.07 Verlichting	B.1 KW 1	Afstemmen stralingsmasten en schaduwwerking t.p.v. viaduct	O		L																
25	A.1.07 Verlichting	B.3 KW 3	Afstemmen stralingsmasten en schaduwwerking t.p.v. viaduct	O		L																
26	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Aansluiting barriert op prefab barriert op KW 2		L																	O

6.1.3. Aspecten

6.1.3.1. Geld

De totale omvang van het project uitgedrukt in geld is ongeveer 8,2 m€. Zonder werkpakket 't Harde is dat zo'n 8 m€.

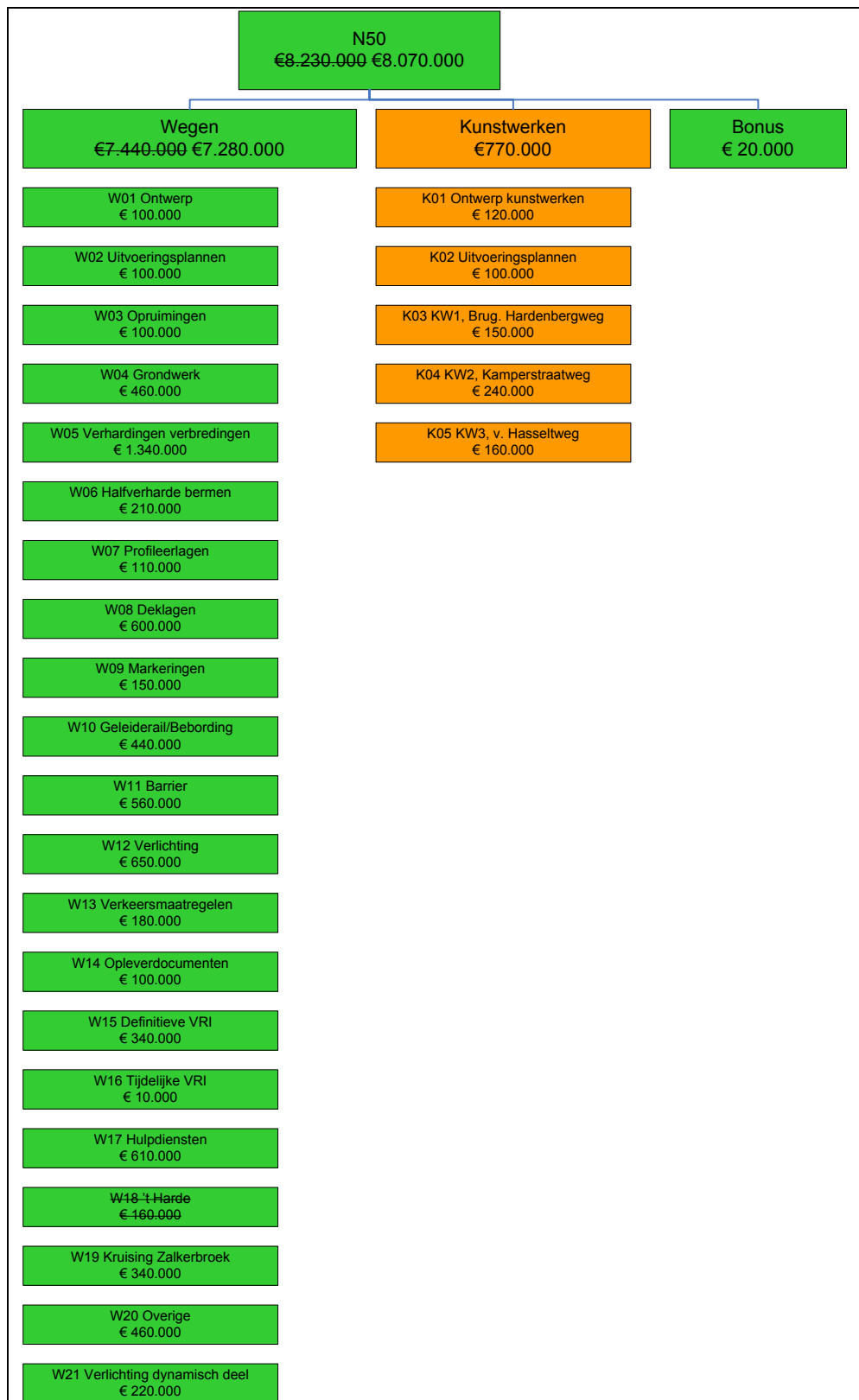
Dit bedrag is onderverdeeld in de werkpakketten welke van grote verschillen, de grootste is werkpakket W05 verharding verbredingen van ongeveer 1.300.000€ en de kleinsten van ongeveer 100.000 €.

In tabel 6.3 zijn de bedragen (af rond op 10.000€) gekoppeld aan de afleverdossiers waarvan de nummering overeenkomt met de werkpakketten weergegeven.

De bonus is ondanks de geringe omvang meegenomen aangezien deze erg belangrijk is geweest voor het verkrijgen van de opdracht. Door de snelle uitvoering is het werk gegund aan de Combinatie ondanks een hogere kostprijs omdat de snelle uitvoering als bonus is doorberekend bij de gunning. Deze "fictieve" bonus is aanzienlijk hoger dan de huidige bonus die is verkregen door 1 dag eerder opleveren t.o.v. de aanbiedingsplanning.

Tabel 6.3: Omvang werkpakketten in geld

doc.nr.	omschrijving	bedrag €
W-AFL-01	Afleverdossier ontwerp	100.000
W-AFL-02	Afleverdossier uitvoeringsplannen	100.000
W-AFL-03	Afleverdossier opruiming	100.000
W-AFL-04	Afleverdossier grondwerk	460.000
W-AFL-05	Afleverdossier verharding verbredingen	1.340.000
W-AFL-06	Afleverdossier halfverharde bermen	210.000
W-AFL-07	Afleverdossier profileerlagen	110.000
W-AFL-08	Afleverdossier deklagen	600.000
W-AFL-09	Afleverdossier markeringen	150.000
W-AFL-10	Afleverdossier Geleiderail/bebording	440.000
W-AFL-11	Afleverdossier barrier	560.000
W-AFL-12	Afleverdossier verlichting	650.000
W-AFL-13	Afleverdossier verkeersmaatregelen	180.000
W-AFL-14	Afleverdossier opleverdocumenten	100.000
W-AFL-15	Afleverdossier stelpost, definitieve VRI	340.000
W-AFL-16	Afleverdossier stelpost, tijdelijke VRI, zit in 13	10.000
W-AFL-17	Afleverdossier hulpdiensten (zie 6)	610.000
W-AFL-18	Afleverdossier 't Harde	160.000
W-AFL-19	Afleverdossier kruising zalkebroek	340.000
W-AFL-20	Afleverdossier overige	460.000
W-AFL-21	Afleverdossier verlichting dynamisch deel	420.000
K-AFL-01	Afleverdossier ontwerp kunstwerken	120.000
K-AFL-02	Afleverdossier uitvoeringsplannen	100.000
K-AFL-03	Afleverdossier KW1, Burg. Hardenbergweg	150.000
K-AFL-04	Afleverdossier KW2, Kamperstraatweg	240.000
K-AFL-04	Afleverdossier KW3, v. Hasseltweg	160.000
	bonus	20.000
	Totaal	8.230.000 8.070.000



Figuur 6.5: Omvang werkpakketten in geld

6.1.3.2. Tijd

Voor BAM-O start het project op het moment dat RWS de aankondiging geplaatst heeft (7 april 2006). Op dat moment wordt er gekeken of het voor BAM-O interessant is om mee te doen met de inschrijving. Het eindigt 5 jaar na oplevering, er is namelijk een garantietermijn van 5 jaar op verhardingen waar rekening mee wordt gehouden bij het ontwerp.



Figuur 6.6: Omvang werkpakketten in tijd

6.1.3.3. Kwaliteit

Volgens de Van Dale is kwaliteit:

kwa·li·teit (de ~ (v.), ~en)

1. bepaalde gesteldheid, hoedanigheid, mate waarin iets geschikt is om voor een bepaald doel gebruikt te worden => soort
2. goede eigenschap
3. hoedanigheid, functie
4. [spel] het verschil in waarde tussen bv. een toren en een paard of loper [in het schaakspel]

Reeves en Bednar geven verschillende definities van kwaliteit:

- Kwaliteit is superioriteit (excellence)
- Kwaliteit is waarde (value)
- Kwaliteit is conform specificatie (conformance to specifications)
- Kwaliteit is voldoen en/of overstijgen van klantverwachtingen (meeting and/or exceeding customers expectations)

Een alles omvattende definitie van kwaliteit bestaat niet en de verschillende definities zijn in verschillende omstandigheden geschikt. (Reeves & Bednar, 1994)

In de figuur 6.7 zijn per definitie de sterktes en zwaktes van de definitie weergegeven.

TABLE 1
Strengths and Weaknesses of Quality Definitions

Definition	Strengths	Weaknesses
Excellence	Strong marketing and human resource benefits Universally recognizable—mark of uncompromising standards and high achievement	Provides little practical guidance to practitioners Measurement difficulties Attributes of excellence may change dramatically and rapidly Sufficient number of customers must be willing to pay for excellence
Value	Concept of value incorporates multiple attributes Focuses attention on a firm's internal efficiency and external effectiveness Allows for comparisons across disparate objects and experiences	Difficulty extracting individual components of value judgment Questionable inclusiveness Quality and value are different constructs
Conformance to Specifications	Facilitates precise measurement Leads to increased efficiency Necessary for global strategy Should force disaggregation of consumer needs Most parsimonious and appropriate definition for some customers	Consumers do not know or care about internal specifications Inappropriate for services Potentially reduces organizational adaptability Specifications may quickly become obsolete in rapidly changing markets Internally focused
Meeting and/or Exceeding Expectations	Evaluates from customer's perspective Applicable across industries Responsive to market changes All-encompassing definition	Most complex definition Difficult to measure Customers may not know expectations Idiosyncratic reactions Pre-purchase attitudes affect subsequent judgments Short-term and long-term evaluations may differ Confusion between customer service and customer satisfaction

Figuur 6.7 Strengths and Weaknesses of Quality Definitions (bron: Reeves & Bednar, 1994)

Er wordt gezocht naar het meetbaar maken van het begrip kwaliteit, kijkend naar de sterktes en zwaktes lijkt de definitie “kwaliteit is conform specificatie (conformance to specifications)” hier het best toepasbaar.

Deze definitie van kwaliteit heeft als sterkpunt namelijk o.a. dat het precieze meting faciliteerd, wat zorgt voor meetbaarheid van het begrip kwaliteit.

Het zwakke punt van de definitie is o.a. dat klanten geen idee hebben van interne specificaties of er niet om geven, dit zal voor veel van de particuliere consumenten gelden, maar dit geldt niet of in mindere mate voor de zakelijke consumenten (professionele opdrachtgevers) zoals de wegebouw die kent.

De definitie voor kwaliteit die hier gebruikt zal worden is dan ook: Kwaliteit is conform specificatie (conformance to specifications).

De hoeveelheid afwijkingen bij een werk geven een indicatie of het werk conform specificatie is opgeleverd. Namelijk wanneer wordt afgeweken van de specificatie zal een afwijking geschreven moeten worden. Afwijkingen kunnen ook ontstaan doordat de eisen en wensen

van de klant veranderen, dit soort afwijkingen moeten niet worden meegerekend. In tabel 6.4 zijn de afwijkingen weergegeven en is aangegeven of ze wel of niet door opdrachtgever zijn veroorzaakt.

Tabel 6.4: Afwijkingen N50

Afwijkingnummer	wel	niet	Omschrijving	Omvang (€)
CBI-0001		X	Management systeem	geen
CBI-0002	X		Extra halfverharding hulpdiensten	613.000,00
CBI-0003		X	Tijd weg diagram	geen
CBI-0004	vervallen		Tellussen	vervallen
CBI-0005	X		Nieuwe eisen ov	274.000,00
CBI-0006	X		Invulling kruispunt	337.600,00
CBI-0007	X		tijdelijke VRI	zit in werkpakketten
CBI-0008	X		grasbeton buiten werkvak	52.300,00
CBI-0009	X		onderhoud Bam Civiel	25.900,00
CBI-0010	X		Aanpassen afrit 't Harde	59.000,00
CBI-0011	X		Maatregels Fauna tunnels	14.400,00
CBI-0012		X	wijziging eisen VRI	geen
CBI-0013	X		domeinen zand	44.530,00
CBI-0014		X	geen tellussen toepassen	geen
CBI-0015	X		kw 2 aanpassen verkanting	93.820,00
CBI-0016	X		boete clause peek	geen
CBI-0017	X		zoab ipv dab	geen
CBI-0018	X		borden k14	2.975,00
CBI-0019	vervallen		onderhoud grasbeton	vervallen
CBI-0020	X		extra bakfrees	2.250,00
CBI-0021	X		dikkere zoab A28	10.210,00
CBI-0022	X		40 m1 extra zoab	3.900,00
CBI-0023	X		2 stuks slagbomen	93.620,00
CBI-0024		X	asfaltwapening	geen
CBI-0025		X	tpv kw 2 geen wildsparing in barrier	geen
CBI-0026		X	rillen zand langs asfalt	geen
CBI-0027	X		extra verkeersvoorzieningen	8.258,00
CBI-0028	X		extra tellussen bij km 245,6	6.300,00
CBI-0029		X	kabels en leidingen over verankering geleiderail	geen
CBI-0030		X	onderhoudsbak asfalt 6cm ipv 5 cm	geen
CBI-0031		X	vlakheid profileerlaag	geen
CBI-0032		X	tand in asfalt	geen
CBI-0033		X	afwijzing ber. Kw 2	geen
CBI-0034		X	asfalt slecht aangebracht	geen
CBI-0035		X	niet storten barrier	geen
CBI-0036		X	gestab. Zand stootplaten	geen
CBI-0037	X		extra asfalt aanbrengen.	40.800,00
CBI-0038		X	tek. Aangepast menggranulaat/asfaltgranulaat	geen
CBI-0039		X	eis 1100.6	geen
CBI-0040		X	brac baan aanpassen	geen
CBI-0041		X	earned value curve	geen
CBI-0042	leeg			geen
CBI-0043		X	barrier HWA doorvoeren	geen
CBI-0044	X		Tijdelijke voeding VRI / OV	107.000,00
CBI-0045		X	dynamisch deel OV	geen
CBI-0046		X	minder stabiel talud	geen
CBI-0047		X	groutanker	geen

CBI-0048		X	vrijgave proces	geen
CBI-0049		X	beschadiging schampkant	geen
CBI-0050		X	maatvoering stootplaten	geen
CBI-0051		X	ander type cement	geen
CBI-0052		X	ankers	geen
CBI-0053		X	scheur in barrier	geen
CBI-0054		X	beschadiging druklaag	geen
CBI-0055		X	tijdelijk opstakel probleem	geen
CBI-0056		X	graven extra sleuf	geen
CBI-0057	X		bestaand punt wordt niet gebruikt	geen
CBI-0058		X	diverse lm staan anders	geen
CBI-0059		X	water in zoab	geen
CBI-0060		X	afschot grasbeton	geen
CBI-0061		X	geleiderail afstand	geen
CBI-0062		X	geen keuringsplan betonrep.	geen
CBI-0063		X	keuringsplannen ov	geen
CBI-0064		X	vijfvoud documenten	geen
CBI-0065		X	verificatie ontwerpdocument	geen
CBI-0066	X		verdrivingsvlakken	8.200,00
CBI-0067		X	zoab herstel	geen
CBI-0068		X	extra belijning	geen
CBI-0069		X	audit	geen
CBI-0070		X	instr deenekamp	geen
CBI-0071		X	kick off deenekamp	geen
CBI-0072	X		afkruizen kw	6.300,00
CBI-0073		X	stroefheid zoab	geen
CBI-0074		X	vlakheid	1.180,00
CBI-0075	X		vliegen tbv filmopnames	396,90
CBI-0076		X	minderwerk belijning Wezep	2.000,00
CBI-0077		X	minderwerk tellussen	1.600,00
CBI-0078	X		bebording	8.952,00
CBI-0079	X		anwb	24.521,00
CBI-0080	X		kosten tbv opening	1.074,00
CBI-0081		X	ANWB bord op andere plaats	geen
CBI-0082		X	geen toolboxmetingen	geen
CBI-0083		X	niet uitvoeren werkplekinspecties	geen
CBI-0084		X	niet dragen van helmen	geen
CBI-0085		X	diverse aanbevelingen audits	geen
CBI-0086		X	toepassen ander type grasstenen	geen
CBI-0087		X	stroefheid comb. Deklaag	geen
CBI-0088	X		praatpaalplateau's	6.160,00
CBI-0089	X		aanpassen software VRI	1.300,00
CBI-0090	X		aanpassen bebording ambulance	?
CBI-0091	X		later plaatsen slagbomen hulpdiensten	?
CBI-0092	X		leveren en aanbrengen extra bebording	21.300,00
CBI-0093	X		rotonde banden in binnenbochten zalkerbroek	?
CBI-0094	X		extra werkzaamheden kerngis	?
CBI-0095	X		3 ^{de} voedingspunt km 246,52	?
CBI-0096	X		Straatwerk voetpad + bochtbescherming	12.300,00
totaal	37	56		865.986,90

6.1.3.4. Informatie

Er is voor gekozen om de afbakening van informatie te doen aan de hand van het aantal contract afwijkingen. De afwijkingen kunnen een indicatie geven van de informatie voorziening van de opdrachtgever (OG) naar de opdrachtnemer (ON). Een hoger aantal contract afwijkingen kan er op duiden dat informatie voorziening van OG voor aanbesteding onvolledig is geweest, aanvullende informatie heeft dan gezorgd voor contract afwijkingen. De afwijkingen moeten om een goed beeld te geven wel in 2 groepen worden opgedeeld, wel en niet veroorzaakt door OG. Alleen de afwijkingen die zijn toe te schrijven aan de OG geven een indicatie van slechte informatie voorziening van de OG.

Tot deze afbakening van informatie is gekomen tijdens het gesprek (28-02-07) met medewerkers van BAM Wegen Oost. Aan het onderwerp informatie was net als voor kwaliteit moeilijk een eenheid toe te kennen en zodoende af te bakenen. In eerste instantie leek het een niet zo belangrijk aspect, dat mogelijk weggelaten kan worden.

Na enkele gedachtewisselingen kwam echter het inzicht dat het juist wel een heel belangrijk aspect is voor BAM-O. Vooral het tijdstip van de informatie, na of voor aanbesteding is van belang. Na aanbesteding wordt de informatie niet meer meegenomen in het contract en wordt er een contract afwijking geschreven. Over werk in contractafwijkingen mag BAM een hoger percentage schrijven dan voor werk binnen het contract. De winstgevendheid van een project wordt hierdoor positief beïnvloed.

Groter aantal afwijkingen (van OG) duidt op een slechtere informatievoorziening.

In totaal zijn er bij de N50 96 afwijkingen opgesteld. In de tabel 6.4 is een inventarisatie gemaakt van de afwijkingen, waarbij gekeken is of ze door de OG zijn veroorzaakt. De zevenendertig door de opdrachtgever veroorzaakte afwijkingen geven een indicatie over de informatie voorziening.

6.2. De samenhang met de proces areas van SE-CMM

De afbakening van de N50 opgedeeld in 7 paragrafen, te weten: Object, Proces, Actoren, Geld, Tijd, Kwaliteit en Informatie. Het SE-CMM bevat 18 Proces Areas (PA's), in dit hoofdstuk zal gekeken worden met welke van de 7 paragrafen deze een verband hebben. In tabel 6.5 wordt het verband tussen de paragrafen en PA's aangegeven.

Tabel 6.5: Samenhang afbakening met de proces areas

PA	Object	Proces	Actoren	Geld	Tijd	Kwaliteit	Informatie	Categorie
01	1.01	2.01	3.01	4.01	5.01	6.01	7.01	Techniek
02	1.02	2.02	3.02	4.02	5.02	6.02	7.02	
03	1.03		3.03					
04		2.04	3.04				7.04	
05	1.05	2.05	3.05				7.05	
06			3.06	4.06	5.06	6.06	7.06	
07		2.07	3.07					
08	1.08	2.08	3.08			6.08		Project
09			3.09				7.09	
10			3.10	4.10	5.10		7.10	
11		2.11	3.11				7.11	
12		2.12	3.12	4.12	5.12		7.12	
13		2.13	3.13				7.13	Organisatie
14		2.14	3.14				7.14	
15								
16		2.16						
17	1.17	2.17	3.17				7.17	
18	1.18		3.18					

Toelichting op de samenhang:

- 1.01 Het gekozen alternatief staat in de paragraaf "object" beschreven
- 1.02 Het object komt voort uit de eisen die gesteld zijn
- 1.03 De objectenboom (SBS) is de gekozen systeem architectuur
- 1.05 Het integreren van systemen levert uiteindelijk het eindobject op
- 1.08 Het eindproduct wordt bepaald door de kwaliteit
- 1.17 Het te realiseren object bepaald de behoefte naar kennis en vaardigheden
- 1.18 Het is object afhankelijk welke leveranciers benodigd zijn.
- 2.01 Tijdens de verschillende processen worden alternatieven afgewogen
- 2.02 De processen moeten zodanig worden uitgevoerd dat aan de eisen voldaan wordt
- 2.04 Het afstemmen van disciplines betekend vaak ook afstemming tussen verschillende processen
- 2.05 Diverse processen maken de integratie van systemen mogelijk
- 2.07 Het verifiëren en valideren gebeurt gedurende de verschillende processen
- 2.08 De processen bepalen voor een groot deel de kwaliteit
- 2.11 De processen worden gemonitord en beheerst.
- 2.12 Het WBS aangegeven geeft een weergave van de benodigde processen, de processen worden gepland.
- 2.13 De processen zijn onderdeel van het systems engineering proces
- 2.14 De processen worden verbeterd/aangepast.
- 2.16 De processen worden ondersteund
- 2.17 De vaardigheden en kennis zijn nodig om de processen goed te laten verlopen
- 3.01 De verschillende actoren bepalen de beoordelingscriteria

- 3.02 De eisen worden o.a. door de actoren bepaald
- 3.03 Raakvlakeisen
- 3.04 De actoren staan voor verschillende disciplines
- 3.05 De raakvlakkenmatrix geeft de raakvlakken weer
- 3.06 Klanteisen zijn afkomstig van de actoren Rijkswaterstaat (en Arcadis)
- 3.07 Het verifiëren en valideren gebeurt door en bij de actoren
- 3.08 De actoren bepalen voor een deel de kwaliteit
- 3.09 De actoren moeten op de hoogte blijven van de veranderingen.
- 3.10 Risico's kunnen door verschillende actoren gedragen worden
- 3.11 De inspanningen van de actoren worden gemonitord en beheerst.
- 3.12 De actoren worden ingepland
- 3.13 De actoren moeten werken volgens het systems engineering proces
- 3.14 De actoren moeten geïnformeerd worden over de verbeteringen
- 3.17 De actoren moeten de kennis en vaardigheden machtig zijn/worden.
- 3.18 Coördinatie met leveranciers, die bestaan uit de verschillende actoren
- 4.01 Geld kan 1 van de beoordelingscriteria zijn
- 4.02 De eisen kunnen invloed hebben op het geld (kosten)
- 4.06 De klantbehoeften kunnen van invloed zijn op geld
- 4.10 Risico's bestaan o.a. uit overschrijding van budget, geld
- 4.12 Beschikbare middelen zijn o.a. (uit te drukken in) geld
- 5.01 Tijd kan 1 van de beoordelingscriteria zijn
- 5.02 De eisen kunnen invloed hebben op de tijd
- 5.06 De klantbehoeften kunnen van invloed zijn op tijd
- 5.10 Risico's bestaan o.a. uit het overschrijden van de tijd(planning)
- 5.12 Beschikbare middelen die nodig zijn veranderen gedurende de tijd.
- 6.01 Kwaliteit kan 1 van de beoordelingscriteria zijn
- 6.02 De eisen kunnen invloed hebben op de kwaliteit
- 6.06 De klantbehoeften kunnen van invloed zijn op de kwaliteit
- 6.08 Het verband tussen garanderen van de kwaliteit en kwaliteit
- 7.01 Het vastleggen van de rangschikking heeft te maken met informatie.
- 7.02 De informatievoorziening is van belang om te zorgen dat alle eisen goed worden meegenomen
- 7.03 Het vastleggen van het ontwerp heeft te maken met informatie.
- 7.04 Goede informatievoorziening tussen de verschillende disciplines is nodig voor goede onderlinge afstemming
- 7.05 Het vastleggen van informatie over de raakvlakken zodat deze voor een ieder inzichtelijk zijn
- 7.06 Het vastleggen van de klantbehoeften en het informeren van de klant hebben te maken met informatie
- 7.09 Informatie over de veranderingen moet voor de betreffende groepen toegankelijk zijn
- 7.10 Risico's worden vastgelegd en gemonitord
- 7.11 Het monitoren en beheersen gebeurt aan de hand van vastgelegde informatie over de technische managementplannen.
- 7.12 De plannings worden vastgelegd
- 7.13 Het systems engineering proces moet vastgelegd worden
- 7.14 Informatie over de verbeteringen moet vastgelegd en verspreid worden
- 7.17 De rapporten van trainingen en ervaringen moeten bewaard worden in toegankelijke opslag

6.3. Systems Engineering BAM-O N50

6.3.1. Inleiding

Documenten die zijn voortgekomen uit het project (zoals het projectmanagementplan, projectkwaliteitsplan e.d.) en documenten over de processen die zijn vastgelegd voor de organisatie (zoals het KAM-Handboek) zijn gebruikt voor het bepalen van de SE-CMM score van de N50. Verder zijn er nog gesprekken gevoerd met verschillende betrokkenen om de beoordeling te controleren en eventueel aan te passen.

Voor de beoordeling is gekeken of de basis activiteiten (BA's) van de Proces Areas (PA's) expliciet worden beschreven in de stukken (niveau 2), daarnaast is gekeken of de BA's impliciet zijn gebeurd (niveau 1). Wanneer voor meer dan de helft van de BA's impliciet zijn gebeurd, kan niveau 1 worden toegekend. Wanneer een PA gemiddeld boven de 1,5 scoort kan niveau 2 worden toegekend.

6.3.2. Systems Engineering N50

In tabel 6.6 zijn de scores van de BAM-O N50 procedure weergegeven. De uitgebreide beoordeling is in bijlage 4 terug te vinden.

Tabel 6.6: SE-CMM scores BAM-O N50

Techniek Categorie

PA	Niveau 1	BA	Niveau 2
01	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
02	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
03	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
04	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
05	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
06	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
07	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

Project Categorie

PA	Niveau 1	BA	Niveau 2
08	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
09	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
10	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
11	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
12	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	

Organisatie Categorie

PA	Niveau 1	BA	Niveau 2
13	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
14	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
15	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
16	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
17	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
18	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	

De PA's die niveau 2 halen zijn:

- 02: Afleiden en toewijzen eisen
- 05: Integreer systemen
- 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen
- 07: Verifieer en valideer het systeem
- 08: Garandeer kwaliteit
- 09: Configuratie management
- 10: Manage risico's
- 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie
- 15: Manage assortiment ontwikkeling
- 17: Verschaf aanhoudende kennis en vaardigheden
- 18: Coördineer met leveranciers

Verder zijn er nog een aantal PA's die niet de 50% halen wat betreft de basis activiteiten, maar wel op de goede weg zijn aangezien er al enkele activiteiten op niveau 2 zitten.

Dit zijn de PA's:

- 03: Ontwikkel systeemarchitectuur
- 04: Integreer disciplines
- 12: Plan technische inspanningen

Tussen de categorieën is hier niet veel verschil te vinden, iedere categorie heeft een aantal PA's op niveau 2 en een aantal op 1. De techniek en project categorie steken iets boven de organisatie categorie uit, zeker wanneer ook gekeken wordt naar de PA's die al in de buurt komen van niveau 2.

6.4. Resultaten SE-CMM beoordeling

De resultaten van de SE-CMM beoordeling van RWS, Pro Rail zijn terug te vinden in de bijlagen. De score van BAM-O N50 en RWS en Pro Rail zijn naast elkaar gezet in de tabellen 6.7 en 6.8 weergegeven. In de tabellen zijn de resultaten naast elkaar gezet, zodat te zien is hoe de scores zich onderling verhouden. BAM-O N50 scoort op bijna alle Proces Areas gelijk of beter dan de score van RWS en Pro Rail, hiervoor zijn verschillende mogelijke oorzaken aan te wijzen.

Een mogelijke oorzaak is dat de documenten van RWS en Pro Rail niet het gehele Systems Engineering proces beschrijven. De onvolledigheid van de documenten zorgt voor een slechte score. Voor BAM-O N50 is de beoordeling gebaseerd op een uitgevoerd project, waardoor meer vastgelegd is over hoe er gewerkt is en daardoor makkelijker een score toe te kennen is. Beoordeling van een uitgevoerd project van RWS en Pro Rail in plaats van alleen een voorgeschreven proces had mogelijk een betere score opgeleverd.

Een tweede oorzaak dat BAM-O N50 goed scoort op sommige Proces Areas, komt mogelijk doordat de N50 uitgevoerd is onder contract met RWS. Het contract schrijft zaken voor, deze waren mogelijk niet gebeurt als het niet in het contract hadden gestaan. Uit de gesprekken met de verschillende betrokkenen bleek ook tussen sommige activiteiten de samenhang ontbrak die er wel had moeten zijn. Dit is ook een teken dat sommige onderdelen uitgevoerd zijn omdat ze voorgeschreven waren, en niet omdat het de werkwijze is van BAM-O. SE-CMM neemt de samenhang tussen de Proces Areas of de basis activiteiten niet mee bij de beoordeling/toekenning van de score.

De goed scorende Proces Areas moeten daarom niet direct als afgerond beschouwd worden. Een gelijke SE-CMM score kan dus een verbetering zijn, bijvoorbeeld wanneer een “eenmalig” bij de N50 uitgevoerd proces wordt opgenomen in het standaard systems engineering proces van BAM-O.

Tabel 6.7: SE-CMM scores RWS, Pro Rail en BAM-O N50

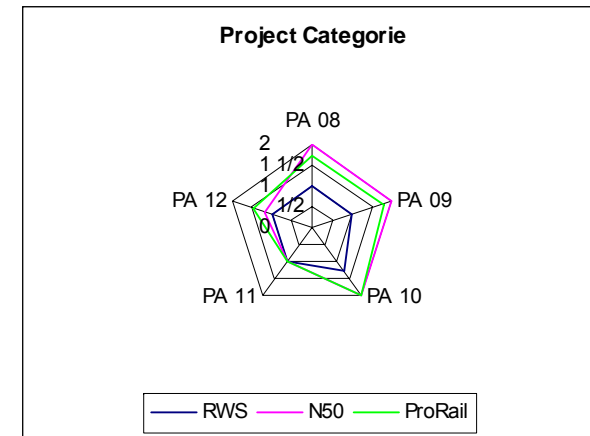
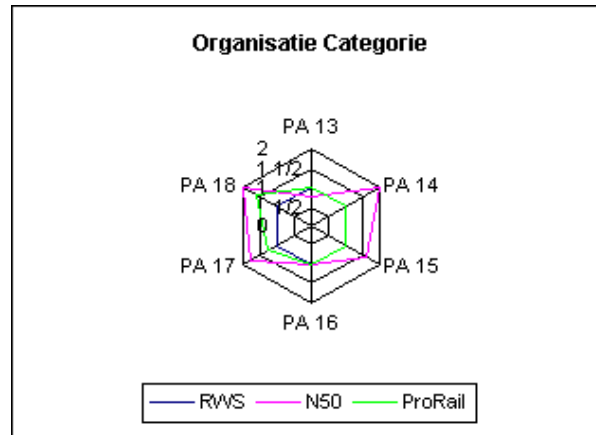
SE-CMM	Techniek Categorie			Project Categorie			Organisatie Categorie				
	RWS	Pro Rail	N50		RWS	Pro Rail	N50		RWS	Pro Rail	N50
PA 01	1 1/2	2	1	PA 08	1	1 5/7	2	PA 13	1	1	3/4
1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1
2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1
3	2	2	1	3	1	2	2	3	1	1	1
4	1	2	1	4	1	1	2	4	1	1	0
5	2	2	1	5	1	2	2	PA 14	1	1	2
6	1	2	1	6	1	2	2	1	1	1	2
PA 02	1 8/9	1 1/9	1 2/3	7	1	2	2	2	1	1	2
1	2	1	1	PA 09	1	1 4/5	2	3	1	1	2
2	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2
3	2	1	2	2	1	2	2	PA 15	1	1	2
4	2	1	2	3	1	2	2	1	1	1	2
5	2	2	2	4	1	2	2	2	1	1	0
6	2	1	2	5	1	2	2	3	1	1	2
7	2	1	1	PA 10	1 1/3	2	2	4	1	1	2
8	2	1	2	1	1	2	2	5	1	1	2
9	2	1	2	2	2	2	2	PA 16	1	1	1
PA 03	1 3/8	1 3/8	1 1/2	3	1	2	2	1	1	1	1
1	1	2	2	4	1	2	2	2	1	1	1
2	1	1	1	5	2	2	2	3	1	1	1
3	1	1	1	6	1	2	2	4	1	1	1
4	2	2	2	PA 11	1	1	1	5	1	1	1
5	2	2	2	1	1	1	1	6	1	1	1
6	2	1	2	2	1	1	1	7	1	1	1
7	1	1	2	3	1	1	1	PA 17	1	1 1/4	1 3/4
8	1	1	0	4	1	1	1	1	1	2	2
PA 04	1	1	1 1/2	5	1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	1	6	1	1	1	3	1	2	2
2	1	1	1	PA 12	1	1 1/2	1 1/5	4	1	1	2
3	1	1	2	1	1	2	1	5	1	1	2
4	1	1	1	2	1	1	1	6	1	1	2
5	1	1	2	3	1	1	1	7	1	1	2
6	1	1	2	4	1	1	1	8	1	1	1
PA 05	1 3/8	1 1/4	2	5	1	2	2	PA 18	1	1 3/5	2
1	2	1	2	6	1	1	1	1	1	1	2
2	2	2	2	7	1	2	2	2	1	1	2
3	1	1	2	8	1	1	1	3	1	2	2
4	2	1	2	9	1	2	1	4	1	2	2
5	1	1	2	10	1	2	1	5	1	2	2
6	1	1	2								
7	1	1	2								
8	1	2	2								
PA 06	1 2/5	1 2/5	1 3/5								
1	2	2	1								
2	1	1	1								
3	2	1	2								
4	1	1	2								
5	1	2	2								
PA 07	1 1/2	2	2								
1	1	2	2								
2	2	2	2								
3	2	2	2								
4	1	2	2								
5	2	2	2								
6	1	2	2								

Tabel 6.8: SE-CMM scores RWS, Pro Rail en BAM-O N50

	RWS	Pro Rail	N50
PA 01	1 1/2	2	1
PA 02	1 8/9	1 1/9	1 2/3
PA 03	1 3/8	1 3/8	1 1/2
PA 04	1	1	1 1/2
PA 05	1 3/8	1 1/4	2
PA 06	1 2/5	1 2/5	1 3/5
PA 07	1 1/2	2	2

	RWS	Pro Rail	N50
PA 08	1	1 5/7	2
PA 09	1	1 4/5	2
PA 10	1 1/3	2	2
PA 11	1	1	1
PA 12	1	1 1/2	1 1/5

	RWS	Pro Rail	N50
PA 13	1	1	3/4
PA 14	1	1	2
PA 15	1	1	1 3/5
PA 16	1	1	1
PA 17	1	1 1/4	1 3/4
PA 18	1	1 3/5	2



7. Vergelijking SE-CMM en matrixmethode

7.1. Inleiding

De doelmatigheid van een proces wordt met behulp van een SE-CMM score bepaald. Deze score is bepaald voor het N50 proces zoals dit in praktijk is gebeurd en is nogmaals bepaald voor de “fictieve” situatie waarin de matrixmethode als toevoeging op het BAM-O N50 proces is toegepast.

Deze twee SE-CMM scores, één voor het BAM-O proces zonder gebruik van de matrixmethode en één voor het fictieve BAM-O proces met gebruik van de matrixmethode. Om te aan te tonen dat bij een doelmatig proces een doeltreffend product hoort zal op een aantal onderdelen de matrixscore worden bepaald.

Dit gebeurt voor drie onderdelen, de lichtmasten (van Stationsplein Apeldoorn), de halfverharding (van N50) en de middenbarrier (van de N50).

- Voor de lichtmasten zijn twee matrix scores, één voor de situatie zonder gebruik van de matrixmethode (vergeten onderhoudsbelang) en één voor de situatie met gebruik van de matrixmethode (onderhoudsbelang wel meegenomen).
- Voor de halfverharding ook twee matrix scores, één voor de situatie zonder gebruik van de matrixmethode (verkeer eis breedte halfverharding) en één voor situatie met gebruik van de matrixmethode (juiste eis breedte halfverharding).
- De matrix scores voor de middenbarrier (die uit het huiswerk van de BAM-O medewerkers komen) kunnen als derde situatie van de matrix scores genomen worden, deze scores staan dan voor de situatie met gebruik van de matrix methode. Voor de situatie zonder gebruik van de matrix methode kunnen nul matrices gebruikt worden.

De twee SE-CMM scores wordt vergeleken met de matrixscores van de drie onderdelen. De veronderstelling is dat bij een verhoging van de SE-CMM score (hogere doelmatigheid) een andere matrixscore hoort.

In tabel 7.1 zijn de gevallen weergegeven.

Tabel 7.1: Test Cases

	Case 1 Lichtmasten Apeldoorn	Case 2 Halfverharding N50	Case 3 Barrier N50
SE-CMM 1			
Matrixscore 1			1. 2. 3. 4.
SE-CMM 2			
Matrixscore 2			1. 2. 3. 4.

Score 1 staat hier voor de situatie zonder het gebruik van de matrixmethode en score 2 voor situatie met gebruik van de matrix methode.

Wanneer score 2 hoger is dan score 1 voor SE-CMM en de verschillende matrixscores een verandering laten zien, dan is daarmee aangetoond dat een doelmatiger proces zorgt voor een doeltreffender product.

7.2. SE-CMM Scores

Om te zien of het gebruik van de matrixmethode vanuit SE-CMM ook een verbetering oplevert, is de SE-CMM score bepaald voor de situatie met gebruik van de matrixmethode, zie bijlage 14 voor de uitgebreide beoordeling. Voor de situatie zonder gebruik van de matrixmethode is de SE-CMM score in een paragraaf 6.3 reeds bepaald en de uitgebreide beoordeling is terug te vinden in de bijlage 4. Omdat de matrixmethode is opgesteld voor de techniek categorie is alleen de score van proces areas van de techniek categorie bepaald. Voor de proces areas van de andere categorieën zullen de scores immers gelijk blijven.

Tabel 7.2: SE-CMM score techniek categorie BAM-O N50 met en zonder matrixmethode

BAM N50 procedure

(zonder matrixmethode)

PA	Niveau 1	BA	Niveau 2
01	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
02	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
03	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
04	JA	1	NEE
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
05	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
06	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
07	JA	1	JA
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

BAM met matrixmethode

PA	Niveau 1	BA	Niveau 2	BA	Niveau 3
01	JA	1	JA	1	JA
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
02	JA	1	JA	1	JA
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
03	JA	1	JA	1	JA
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
04	JA	1	NEE	1	NEE
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
05	JA	1	JA	1	NEE
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
06	JA	1	JA	1	JA
		2			
		3			
		4			
		5			
07	JA	1	JA	1	NEE
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			

Bij deze scores van de N50 horen enkele kanttekeningen. De score is bepaald voor een proces dat is toegepast op 1 project, en is dus geen standaard organisatiebreed proces, waardoor score 2 het hoogst is. Een aantal activiteiten van de proces areas waren in de vraagspecificatie gevraagd, mogelijk waren ze anders niet uitgevoerd en was de score lager uitgevallen.

Bij de beoordeling met matrixmethode is het uitgangspunt geweest dat de matrixmethode als standaard proces organisatiebreed wordt ingevoerd. Daarmee krijgt een activiteit die binnen de methode valt een score van 3 en wat er buiten valt krijgt een score gelijk aan die van de N50.

In tabel 7.3 zijn de SE-CMM niveaus van de N50 vergeleken met de niveaus van de situatie met gebruik van de matrixmethode:

Tabel 7.3: Vergelijk SE-CMM scores BAM-O N50 met en zonder matrixmethode

Proces Area	Score 1: BAM-O N50	Score 2; BAM-O N50 met matrixmethode	Niveau verschil
PA 01	1	3	+2
PA 02	2	3	+1
PA 03	1	3	+2
PA 04	1	1	0
PA 05	1	1	0
PA 06	2	3	+1
PA 07	2	2	0
Gemiddeld	1,4	2,3	+0,9

Het gebruik van de matrixmethode levert dus voor de Proces areas, PA 01, 02, 03 en 06 een directe verbetering op, voor de Proces areas PA 04, 05 en 7 geen zichtbare verbetering. Algemeen beschouwd levert het gebruik van de matrixmethode een hogere SE-CMM score, aangezien we hebben gezegd dat de SE-CMM score een waardering geeft aan de doelmatigheid van het proces, kunnen we zeggen dat het gebruik van de matrixmethode de doelmatigheid van het SE proces van BAM-O verbeterd.

Matrixscores

Om te bepalen of de doelmatigheid van het proces relatie heeft met de doeltreffendheid van het product zullen we voor een aantal gevallen de matrixscore bepalen.

Dit gebeurt voor drie onderdelen, de lichtmasten (van Stationsplein Apeldoorn), de halfverharding (van de N50) en de middenbarrier (van de N50).

De eerste twee cases (lichtmasten en halfverharding) zijn ingevuld op basis van veronderstellingen. Eerst is gekeken wat verkeerd is gegaan bij het betreffende project en vervolgens zijn aannames gedaan hoe dit met de matrixmethode was voorkomen.

Deze cases zijn ondersteunend geweest bij de vorming van de matrixmethode en kunnen daarom niet gebruikt worden om de werking van de matrixmethode te tonen.

Om de werking te tonen is daarom een derde case te gebruiken. Voor deze case zijn drie medewerkers van BAM-O gevraagd om deze uit te werken. De resultaten van deze uitwerkingen dienen om de werking van de matrixmethode te tonen en daarmee de opgestelde theorie te onderschrijven.

Lichtmasten Stationsplein Apeldoorn

De uitgebreide toepassing van de matrixmethode op deze case is in bijlage 12 te vinden. Te zien is dat de beoordeling van de 2 lichtmast concepten verschilt door het gebruik van de matrixmethode.

Tabel 7.4: Matrixscore Stationsplein Apeldoorn

BAM-O N50 procedure (zonder matrixmethode)

A \ O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2
OG	0,86	0,73
ON	0,86	0,73
	1,73	1,46

BAM-O met matrixmethode

A \ O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2
OG	0,65	0,71
ON	0,70	0,74
	1,36	1,45

Halfverharding N50

De uitgebreide toepassing van de matrixmethode op deze case is in bijlage 13 te vinden.

Tabel 7.5: Matrixscore Halfverharding N50

BAM-O N50 procedure (zonder matrixmethode)

A \ O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2
OG	0,94	0,76
ON	0,94	0,76
Omgeving	0,96	0,84
Som:	2,84	2,36

BAM-O met matrixmethode

A \ O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2
OG	0,77	0,76
ON	0,77	0,76
Omgeving	0,77	0,84
Som:	2,30	2,36

Middenbarrier N50

Voor de middenbarrier is de matrixscore met matrixmethode door vier personen afzonderlijk bepaald, alle scores zijn in tabel 7.6 opgenomen. De situatie zonder matrixmethode is bepaald door vooraf een rapportcijfer te vragen voor de twee barriers, om zo te bepalen welke zonder de matrixmethode de voorkeur zou krijgen.

De uitgebreide uitwerking van de case studie is in bijlage 15 t/m 20 te vinden.

Tabel 7.6: Matrixscores Middenbarrier N50

BAM-O N50 procedure (zonder matrixmethode)

Medewerker 1:

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	8	5	

Medewerker 2:

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	8	6	

Medewerker 3:

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	7	6	

Onderzoeker:

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	0	0	

BAM-O met matrixmethode

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	0,71	0,85	
OG	0,73	0,87	
Omgeving	0,71	0,85	
	2,15	2,57	

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	0,80	0,83	
OG	0,80	0,85	
Omgeving	0,80	0,84	
	2,40	2,51	

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	0,76	0,89	
OG	0,76	0,88	
Omgeving	0,74	0,88	
	2,27	2,66	

		O	
		Slipvorm	Prefab
A			
ON	0,67	0,82	
OG	0,71	0,87	
omgeving	0,69	0,85	
	2,07	2,54	

In aanvullende vragen op basis van de resultaten uit de case studie is door de heren aangegeven hoe zij bij het paarsgewijs vergelijken naar de belangen hebben gekeken. Hieruit is naar voren gekomen dat Johan het belang per actor anders had ingevuld. Vooral bij het belang veiligheid leverde dit een groot verschil op. Bij de opdrachtgever is veiligheid gezien als het voorkomen/verminderen van verkeersongevallen (tijdens gebruiksfase). Voor de opdrachtnemer is veiligheid gezien als voorkomen/verminderen van ongevallen tijdens de uitvoering. In de actoren belangen/matrix van Johan is dit ook terug te zien, veiligheid telt de opdrachtnemer erg zwaar mee.

Tabel 7.7: Vergelijking SE-CMM en matrixmethode

	Case 1: Lichtmasten Apeldoorn	Case 2: Halfverharding N50	Case 3: Barrier N50																																																																					
SE-CMM 1	1,4	1,4	1,4																																																																					
Matrixscore 1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Lantaarnpaal 1</th> <th>Lantaarnpaal 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OG</td> <td>0,86</td> <td>0,73</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,86</td> <td>0,73</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,73</td> <td>1,46</td> </tr> </tbody> </table>	O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2	A			OG	0,86	0,73	ON	0,86	0,73		1,73	1,46	<table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Halfverharding concept 1</th> <th>Halfverharding concept 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OG</td> <td>0,94</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,94</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Omgeving</td> <td>0,96</td> <td>0,84</td> </tr> <tr> <td>Som:</td> <td>2,84</td> <td>2,36</td> </tr> </tbody> </table>	O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2	A			OG	0,94	0,76	ON	0,94	0,76	Omgeving	0,96	0,84	Som:	2,84	2,36	<p>(Rapportcijfers)</p> <p>Medewerker 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Medewerker 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>8</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Medewerker 3:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>7</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Onderzoeker:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	8	5	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	8	6	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	7	6	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	0	0
O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2																																																																						
A																																																																								
OG	0,86	0,73																																																																						
ON	0,86	0,73																																																																						
	1,73	1,46																																																																						
O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2																																																																						
A																																																																								
OG	0,94	0,76																																																																						
ON	0,94	0,76																																																																						
Omgeving	0,96	0,84																																																																						
Som:	2,84	2,36																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	8	5																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	8	6																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	7	6																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	0	0																																																																						
SE-CMM 2	2,3	2,3	2,3																																																																					
Matrixscore 2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Lantaarnpaal 1</th> <th>Lantaarnpaal 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OG</td> <td>0,65</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,70</td> <td>0,74</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,36</td> <td>1,45</td> </tr> </tbody> </table>	O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2	A			OG	0,65	0,71	ON	0,70	0,74		1,36	1,45	<table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Halfverharding concept 1</th> <th>Halfverharding concept 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>OG</td> <td>0,77</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,77</td> <td>0,76</td> </tr> <tr> <td>Omgeving</td> <td>0,77</td> <td>0,84</td> </tr> <tr> <td>Som:</td> <td>2,30</td> <td>2,36</td> </tr> </tbody> </table>	O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2	A			OG	0,77	0,76	ON	0,77	0,76	Omgeving	0,77	0,84	Som:	2,30	2,36	<p>Medewerker 1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,71</td> <td>0,85</td> </tr> </tbody> </table> <p>Medewerker 2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,80</td> <td>0,83</td> </tr> </tbody> </table> <p>Medewerker 3:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,76</td> <td>0,89</td> </tr> </tbody> </table> <p>Onderzoeker:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>O</th> <th>Slipvorm</th> <th>Prefab</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>0,67</td> <td>0,82</td> </tr> </tbody> </table>	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	0,71	0,85	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	0,80	0,83	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	0,76	0,89	O	Slipvorm	Prefab	A			ON	0,67	0,82
O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2																																																																						
A																																																																								
OG	0,65	0,71																																																																						
ON	0,70	0,74																																																																						
	1,36	1,45																																																																						
O	Halfverharding concept 1	Halfverharding concept 2																																																																						
A																																																																								
OG	0,77	0,76																																																																						
ON	0,77	0,76																																																																						
Omgeving	0,77	0,84																																																																						
Som:	2,30	2,36																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	0,71	0,85																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	0,80	0,83																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	0,76	0,89																																																																						
O	Slipvorm	Prefab																																																																						
A																																																																								
ON	0,67	0,82																																																																						

In alle drie de cases is te zien dat door toepassing van de matrixmethode (hogere SE-CMM score) verandering optreedt in de matrixscore. Dit duidt erop dat een doelmatiger proces (hogere SE-CMM) een andere matrix score met zich meebrengt, wat tot gevolg heeft dat het product dat gekozen wordt doeltreffender is. Met andere woorden, de matrixmethode zorgt ervoor dat het proces doelmatiger wordt en er een doeltreffender product gekozen wordt.

8. Conclusies en Aanbevelingen

Uit de verschillende stappen van dit onderzoek zijn een aantal conclusies te trekken. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de belangrijkste conclusies die uit het onderzoek voortkomen. Daarnaast wordt het hoofdstuk afgesloten met aanbevelingen voor de praktijk en vervolgstappen.

8.1. Conclusies

- Het SE-CMM is voor dit onderzoek gekozen als meest geschikte meetmodel, van de onderzochte modellen werd door het SE-CMM het beste onderscheid gemaakt tussen de verschillende SE aanpakken.
- Uitbreiding van de huidige SE aanpak van BAM-O (N50) met de matrixmethode levert een hogere SE-CMM score op, een hogere score duidt op een doelmatiger proces. De hogere score geldt voor de proces areas in de techniek categorie, voor de twee andere categorieën (project en organisatie) levert het geen verbetering van de score op.
- Uit het rapport volgt dat het gebruik van de matrixmethode ervoor zorgt dat de kans kleiner wordt dat actoren of belangen worden vergeten bij de afweging van het product. Het zo goed mogelijk meenemen van alle actoren en belangen levert een doeltreffender product op.
- De score van de matrixmethode zegt iets over de doeltreffendheid van het product. De matrixscore verandert bij een hogere SE-CMM score, de doelmatigheid van het proces heeft invloed op de doeltreffendheid van het product.
- De meerwaarde van de matrixmethode is in een test onderkend.
- De matrixmethode is een prototype in de vorm van excelsheets. Het invullen van de paarsgewijze vergelijkingen kan makkelijker gemaakt worden door middel van bijvoorbeeld vragen in plaats van invullen van matrices. Na het invullen van de vragen zou automatisch moeten worden aangegeven of dit consistent gebeurd is, vervolgens zou bij consistentie, de resultaten moeten worden uitgerekend.

8.2. Aanbevelingen

- *Gebruik het SE-CMM om verbeteringen in het SE proces te meten*
Het SE-CMM van EPIC blijkt een goed model om onderscheidt te maken tussen verschillende SE aanpakken.
- *Implementeer de matrixmethode binnen de huidige SE aanpak*
Op basis van de conclusies kunnen we stellen dat de matrixmethode een verbetering teweeg brengt in de doelmatigheid van het Systems Engineering proces van BAM Wegen Oost en een doeltreffender product oplevert. Daarom de aanbeveling om de matrixmethode te gaan toepassen bij Systems Engineering projecten.
- *Maak het gebruik van de matrixmethode gebruiksvriendelijker*
De matrixmethode is toepasbaar, maar is slechts een prototype in de vorm van excelsheets, daarom de aanbeveling om de matrixmethode in een gebruiksvriendelijke ICT-tool vorm te geven. In het verslag van de case studie “Middenbarrier N50” (bijlage 15) is schematische weergave gegeven van wat de ICT-tool zou moeten doen.
- *Begin met toepassen van de matrixmethode op kleine projecten of project onderdelen*
De matrixmethode is nog niet in de praktijk toegepast, dit zou een keer moeten gebeuren. Dit kan eerst uitgeprobeerd worden op een onderdeel van een project, om een keuze te maken tussen verschillende opties, zo kan binnen de organisatie en aan opdrachtgevers getoond worden dat de matrixmethode is toe te passen in de praktijk. Met het toepassen op kleine projecten of deelprojecten kan binnen BAM-O geleerd worden om met de matrixmethode te werken en kunnen eventuele “kinderziektes” ontdekt worden.

Begripsbepaling

Om de kans op onduidelijkheden en misverstanden te verkleinen worden hieronder enkele begrippen toegelicht.

Design & construct (D&C):

Contractvorm waarbij de opdrachtnemer verantwoordelijk is voor zowel ontwerp als uitvoering.

Instrument:

Hulpmiddel ter ondersteuning of vergemakkelijking voor het uitvoeren van een bepaalde handeling. Bijvoorbeeld een WBS voor decompositie van een werk.

SE-procedure of SE-methode:

Met deze termen worden concrete en toepasbare werkwijzen voor het doorlopen van SE processen bedoeld. Bijvoorbeeld een stappenplan voor het toewijzen van de functies aan deelsystemen.

SE-proces of SE-benadering:

Deze termen duiden op het abstracte begrip van systems engineering.

SE-project

Een project dat expliciet met Systems Engineering wordt uitgevoerd.

SMART

Acroniem voor Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdsgebonden. (Pro Rail & Rijkswaterstaat, 2007)

Systeemgerichte contractbeheersing:

“Wijze van contractbeheersing waarbij de opdrachtgever gebruik maakt van de gegevens die voortkomen uit het kwaliteitssysteem van de opdrachtnemer. Met behulp van een combinatie van systeem-, proces- en producttoetsen stelt de opdrachtgever vast of die gegevens betrouwbaar zijn, het kwaliteitsplan wordt nageleefd en daarmee aan de eisen van het contract wordt voldaan.” (Rijkswaterstaat, 2003)

Systems Engineering (SE):

Systems Engineering is een manier van systematisch en transparant werken.

Systems Engineering omvat een aantal activiteiten welke achtereenvolgens iteratief uitgevoerd dienen te worden om van de klantvraag tot de gewenste systeemoplossing te komen. In het onderzoek zal deze summier omschrijving verduidelijkt worden.

Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM):

Is ontworpen om organisaties te helpen met het verbeteren van hun SE-praktijk. Het geeft een beoordeling van de verschillende onderdelen van het SE proces en geeft daarmee aan op welke punten het proces verbeterd moet worden.

SE-niveau of SE-CMM niveau

De mate van volwassenheid van het SE proces van een organisatie.

Work breakdown structure (WBS) (=Activiteitenboom):

Beschrijft de hiërarchie van taken (gegroepeerd in werkpakketten) die moeten worden uitgevoerd in een project. (Pro Rail & Rijkswaterstaat, 2007)

Referentielijst

Literatuur:

Bate, R. (1995) A Systems Engineering Capability Maturity Model Version 1.1. Pittsburgh: Carnegie Mellon University

Bersselaar, V. van den & Hoeksema, K.J. (1998). *Discursieve vaardigheden. Leidraad voor probleemanalyse, argumentatie en onderzoek*. Tweede druk. Bussum: Coutinho

Blanchard, B.S. & Fabrycky W.J. (1997) *Systems Engineering and Analysis*. Second Edition: Englewood Cliffs: Prentice Hall

Boersma, J. (2006) *Systematiek in het ontwerpproces. Een onderzoek naar de mate van systematisch werken door aannemers in de asfaltwegenbouwsector*. Apeldoorn

Cannegieter & Solingen (z.j.) Niet te algemeen en niet te moeilijk. z.pl.

CAWG (1996) Systems Engineering Capability Assessment Model Version 1.50a. INCOSE

CMMI Product Team (2006) CMMI for Development Version 1.2. Pittsburgh: Carnegie Mellon University

Craig, R. & Allgood, B. (2001) CMMI A Comprehensive Overview

Daft, R.L. (1999) *Management*. Fifth Edition: Nashville: Harcourt College Publishers

Department of Defense (2001) *Systems Engineering Fundamentals*. Fort Belvoir: Defense Acquisition University Press

Geffen, M. van e.a. (1989) *Wegwijs in kwaliteit. Integrale kwaliteitszorg: Voorwaarde voor de beheersing van het wegenbouwproces*. Delft: Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Groote, G. e.a. (2001) *Projecten leiden. Methoden en technieken voor projectmatig werken*. Utrecht: Het Spectrum B.V.

INCOSE (2006) *Systems Engineering Handbook*, version 3

ISO/IEC (2002) ISO/IEC 15288, *Systeemtechniek – Processen van levenscycli van systemen*.

Kossiakoff, A. & Sweet, W.N. (2003). *Systems Engineering. Principles and Practice*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc.

Kraijer, M. & Brouwer, P. (2005) *Technical Inspection Service. Vraagspecificatie werkzaamheden ten behoeve van de Verborgten Gebreken Verzekering*. z.pl. Pro Rail

Martin, J.N. (1997) *Systems Engineering Guidebook. A Process for Developing Systems and Products*. Boca Raton: CRC Press

Netten, J. van (2005). Handreiking Functioneel Specificeren. Expertise Centrum Opdrachtgeverschap

Pro Rail & Rijkswaterstaat (2007) Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector

Reeves, C.A. & Bednar, D.A. (1994) Defining Quality: Alternatives and implications. Arkansas: University of Arkansas

Rijkswaterstaat (2003) *Beheersing op afstand, een stap dichterbij*. Tweede druk, Delft: Rijkswaterstaat

Sheard, S.A. & Lake, J. (z.j.) Systems Engineering Standards and Models Compared. Herndon

Steehouder e.a.,(1999) *Leren communiceren*. Vierde druk. Groningen: Wolters-Noordhoff bv

Tate, D. (1999) A Roadmap for Decomposition: Activities, Theories and Tools for System Design. Massachusetts Institute of Technology

Thomson, D.S. e.a., (2003) Managing value and quality in design. Loughborough: Loughborough University

Verschuren, P. & Doorewaard, H. (2003). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Derde druk. Utrecht: LEMMA BV.

Wang, J. (2003) Capability Maturity Model with Information Systems Development. St. Louis: University of Missouri

Yin, R.K. (1994) *Case Study Research. Design and Methods*. Second Edition: Thousand Oaks: Sage Publications Inc.

Internet:

www.bamwegen.nl

www.koac-npc.nl

www.burojansen.nl/traa/b9_5_9.htm

<http://nl.wikipedia.org>

www.incose.nl

http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_Industries_Association

http://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaliteitscirkel_van_Deming

<http://www.geo.u-szeged.hu/PRO/ksh/preplan/procont.htm>

<http://www.mindtools.com/plplancy.html>

http://www.booksites.net/download/coyle/student_files/AHP_Technique.pdf

<http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/AHP.htm>

Bijlagen

Systems Engineering op de goede weg

Naar een effectievere werkwijze.



B. Dimmendaal
Apeldoorn, 29 oktober 2007

Lijst van bijlagen

Bijlage 1: Scores t.b.v. Afweging SE-CMM	4
Bijlage 2: Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM)	16
Bijlage 3: SE-CMM Scores RWS, Pro Rail en ISO/IEC 15288	26
Bijlage 4: SE-CMM Score BAM N50	74
Bijlage 5: Interview Rijkswaterstaat	99
Bijlage 6: Interview ProRail	101
Bijlage 7: Inventarisatie Systems Engineering Instrumenten	104
Bijlage 8: Systems Engineering procedure (Project)	123
Bijlage 9: Systems Engineering procedure (Organisatie)	130
Bijlage 10: Systems Engineering Procedures Rijkswaterstaat en Pro Rail	134
Bijlage 11: Analytic Hierarchy Process (AHP)	140
Bijlage 12: Voorbeeld Toepassing SE Apeldoorn	142
Bijlage 13: Toepassing matrix methode halfverharding N50	151
Bijlage 14: SE-CMM score met matrixmethode	161
Bijlage 15: Verslag case studie middenbarrier	167
Bijlage 16: Handleiding matrixmethode	170
Bijlage 17: Opdracht Case Studie Middenbarrier N50	180
Bijlage 18: Gewijzigde opdracht case studie middenbarrier N50	186
Bijlage 19: Resultaten Case studie middenbarrier N50	192
Bijlage 20: Vragen en antwoorden naar aanleiding van de resultaten van de case studie middenbarrier N50	194
Bijlage 21: Respondentenlijst	197

Bijlage 1: Scores t.b.v. Afweging SE-CMM

Bijlage 1.1: Score SE-CMM

Voor de beoordeling zal gekeken worden of de basis activiteiten (BA's) van PA 02 worden beschreven in de stukken. Wanneer dit voor meer dan de helft van de BA's het geval is, kan niveau 1 worden toegekend. Vervolgens zal gekeken worden in hoeverre voor de betreffende PA de generieke activiteiten, behorende bij de capability levels, worden beschreven. Dit begint bij level 2, wanneer deze voor meer dan de helft met ja beantwoord kan worden, wordt het volgende level bekeken. Wanneer een level niet wordt gehaald wordt de score van het voorgaande level toegekend. Het heeft geen zin om een volgend level te bekijken, omdat een level niet overgeslagen kan worden, het kan dus niet zo zijn dat level 2 niet gehaald wordt, maar level 3 wel.

De score wordt berekend met de wiskundige formule: $v_j = \sum_i w_i v_{ij}$

met

v	waarde van oplossing j
w_i	de wegingsfactor voor beoordelingsaspect i
v_{ij}	de waarde die toegekend wordt aan de oplossing j voor beoordelingsaspect i

De wegingsfactor w_i wordt voor iedere basis activiteit gelijk gesteld en de som is gelijk aan 1, bij n BA's geldt dus $w_i = \frac{1}{n}$.

De waarde die toegekend wordt aan de BA's is waarde 0 wanneer deze niet wordt uitgevoerd of waarde van het capability level als deze wel wordt uitgevoerd, bij level 2 hoort dus een waarde van 2. Om een level te behalen moet aan meer dan de helft van de generieke activiteiten (behorende bij het level) worden voldaan. Berekening van een level gebeurt pas als het voorgaande level is behaald.

De formule kan nu vereenvoudigd worden in:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c$$

Met

v	waarde van oplossing j
x	aantal uitgevoerde BA's
n	aantal BA's
c	waarde capability level

RWS**PA 02:****BA:**

- 01: Ja, blz. 14
 02: Nee
 03: Ja, blz. 15
 04: Ja, blz. 15
 05: Ja, blz. 16
 06: Ja, blz. 15, 20
 07: Ja, blz. 14
 08: Ja, blz. 20, 21, 30
 09: Ja, blz. 38

$$n = 9$$

$$x = 8$$

$8/9 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:**Level 2:**

- 2.1.1: Nee
 2.1.2: Nee
 2.1.3: Ja
 2.1.4: Ja
 2.1.5: Nee
 2.1.6: Nee
 2.2.1: Nee
 2.2.2: Nee
 2.3.1: Nee
 2.3.2: Ja
 2.4.1: Ja
 2.4.2: Ja

$$5/12 < 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{8}{9}$$

PA 10**BA:**

- 01: Nee
 02: Ja
 03: Nee
 04: Nee
 05: Ja
 06: Nee

$$n = 6$$

$$x = 2$$

$$2/6 < 1/2 \Rightarrow c \neq 1, c = 0$$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = 0$$

PA 18**BA:**

- 01: Nee
 02: Nee
 03: Nee
 04: Nee
 05: Nee

$$n = 5$$

$$x = 0$$

$$0/5 < 1/2 \Rightarrow c \neq 1, c = 0$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = 0$$

Pro Rail

PA 02:

BA:

01: Nee
 02: Nee
 03: Nee
 04: Nee
 05: Nee
 06: Nee
 07: Nee
 08: Nee
 09: Nee

$$n = 9$$

$$x = 0$$

$$0/9 < 1/2 \Rightarrow c \neq 1, c = 0$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = 0$$

PA 10

BA:

01: Ja
 02: Ja
 03: Ja
 04: Nee
 05: Ja
 06: Nee

$$n = 6$$

$$x = 4$$

$4/6 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:

Level 2:

2.1.1: Nee

2.1.2: Nee

2.1.3: Ja

2.1.4: Nee

2.1.5: Nee

2.1.6: Ja

2.2.1: Nee

2.2.2: Nee

2.3.1: Nee

2.3.2: Nee

2.4.1: Ja

2.4.2: Nee

$$3/12 < 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{4}{6}$$

PA 18

BA:

01: Nee
 02: Nee
 03: Nee
 04: Nee
 05: Nee

$$n = 5$$

$$x = 0$$

$$0/5 < 1/2 \Rightarrow c \neq 1, c = 0$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = 0$$

BAM N50:**PA 02:****BA:**

01: Nee
 02: Nee
 03: Ja
 04: Ja
 05: Ja
 06: Ja
 07: Nee
 08: Ja
 09: Ja

$$n = 9$$

$$x = 6$$

$6/9 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:**Level 2:**

2.1.1: Ja
 2.1.2: Ja
 2.1.3: Ja
 2.1.4: Ja
 2.1.5: Nee
 2.1.6: Ja
 2.2.1: Ja
 2.2.2: Nee
 2.3.1: Nee
 2.3.2: Ja
 2.4.1: Ja
 2.4.2: Ja

$9/12 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Level 3:

3.1.1: Nee
 3.1.2: Nee
 3.2.1: Nee
 3.2.2: Ja
 3.2.3: Nee

$1/5 < 1/2 \Rightarrow c \neq 3, c = 2$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{6}{9} \cdot 2 = \frac{12}{9}$$

PA 10**BA:**

01: Ja
 02: Ja
 03: Ja
 04: Ja
 05: Ja
 06: Ja
 $6/6 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:**Level 2:**

2.1.1: Ja
 2.1.2: Ja
 2.1.3: Ja
 2.1.4: Ja
 2.1.5: Nee
 2.1.6: Nee
 2.2.1: Ja
 2.2.2: Ja
 2.3.1: Ja
 2.3.2: Nee
 2.4.1: Ja
 2.4.2: Ja

$9/12 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:**Level 3:**

3.1.1: Nee
 3.1.2: Nee
 3.2.1: Ja
 3.2.2: Nee
 3.2.3: Nee

$2/5 < 1/2 \Rightarrow c \neq 3, c = 2$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{6}{6} \cdot 2 = 2$$

PA 18**BA:**

01: Nee
 02: Ja
 03: Ja
 04: Nee
 05: Ja

$$n = 5$$

$$x = 3$$

$3/5 > 1/2 \Rightarrow$ naar volgend
 level

Capability level:**Level 2:**

2.1.1: Nee
 2.1.2: Nee
 2.1.3: Nee
 2.1.4: Nee
 2.1.5: Nee
 2.1.6: Nee
 2.2.1: Nee
 2.2.2: Nee
 2.3.1: Nee
 2.3.2: Ja
 2.4.1: Nee
 2.4.2: Nee

$1/12 < 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{3}{5}$$

Bijlage 1.2: Score SECAM

Voor de beoordeling zullen de vragen van KFA 3.2 beantwoord worden. De vragen zijn opgedeeld per capability en kunnen in deze volgorde beantwoord worden.

Wanneer een level niet wordt gehaald heeft het geen zin om een volgend level te bekijken, omdat een level niet overgeslagen kan worden, het kan dus niet zo zijn dat level 2 niet gehaald wordt, maar level 3 wel.

De vragen worden beantwoord met ja of nee. Per level wordt aan ieder antwoord met ja een punt toegekend en het aantal punten wordt vervolgens gedeeld door het aantal vragen.

Wanneer deze som groter dan $\frac{1}{2}$ is wordt het aantal punten toegekend en doorgedaan naar het volgende level. Wanneer het aantal punten kleiner of gelijk is aan $\frac{1}{2}$ wordt het aantal punten niet toegekend en kan de score berekend worden door de toegekende punten op te tellen.

De vragen over de waarde en effectiviteit van de activiteiten zijn niet te beantwoorden voor RWS en Pro Rail omdat het om een beschreven proces aanpak gaat en niet om een uitgevoerd proces. Deze vragen worden in het geheel niet meegerekend en zijn in de tabellen diagonaal gearceerd.

RWS:**KFA 3.2**

vragen	level 1		Level 2	
	Ja	Nee	Ja	Nee
1	X		X	
2	X		X	
3		X		X
4	X			X
5	X		X	
6		X	X	
7		X	X	
8	X			
9		X	X	
10		X		X
11	X			X
12	X			X
13		X	X	
14				X
15				X
16				X
17				X
18				X
19			X	
20				X
21				X
22				X
23				X
24			X	
25				X
26				X
27				X
28				X
29				
30				

Score:

Level 1: $7/13 > 1/2 \Rightarrow 7/13$ Level 2: $9/28 < 1/2 \Rightarrow 0$ Totaal = $7/13$ **KFA 1.7**

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1	X	
2		X
3		X
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

Score:

 $1/3 < 1/2 \Rightarrow 0$

Totaal = 0

KFA 1.3

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

Score:

 $1/3 < 1/2 \Rightarrow 0$

Totaal = 0

Pro Rail:**KFA 3.2**

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		X
7		X
8		X
9		X
10		X
11		X
12		X
13		X
14		X
15		X

Score:

0/13 < 1/2 => 0

Totaal = 0

KFA 1.7

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1	X	
2		X
3		X
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

Score:

1/3 < 1/2 => 0

Totaal = 0

KFA 1.3

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

Score:

0/5 < 1/2 => 0

Totaal = 0

BAM N50:**KFA 3.2**

vragen	level 1		Level 2	
	Ja	Nee	Ja	Nee
1	X			X
2	X			X
3	X		X	
4	X			X
5	X			X
6		X	X	
7	X			X
8	X			X
9		X		X
10		X		
11		X	X	
12		X	X	
13	X			X
14				X
15				X
16				X
17				X
18				X
19			X	
20				X
21				X
22				X
23				X
24			X	
25				X
26				X
27				X
28				X
29				
30				

Score:

Level 1: $8/13 > 1/2 \Rightarrow 8/13$ Level 2: $6/28 > 1/2 \Rightarrow 0$

Totaal = 8/13

KFA 1.7

vragen	level 1		Level 2		Level 3	
	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee
1	X		X		X	
2	X		X			X
3	X		X		X	
4			X			X
5			X			X
6			X		X	
7			X			X
8			X			X
9				X		X
10			X			X
11				X		X
12				X		X
13				X		X
14			X		X	
15			X			X
16				X		X
17			X			X
18						X
19						X
20						X
21						X
22						X
23					X	
24						X
25						X
26						X

Score:

Level 1: $3/3 > 1/2 \Rightarrow 3/3$ Level 2: $12/17 > 1/2 \Rightarrow 12/17$ Level 3: $5/26 < 1/2 \Rightarrow 0$

Totaal = 29/17

KFA 1.3

vragen	level 1	
	Ja	Nee
1	X	
2		X
3	X	
4		X
5		X
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

Score:

 $2/5 < 1/2 \Rightarrow 0$

Totaal = 0

Bijlage 1.3: Scores CMMI

Voor de beoordeling zal gekeken worden of de specifieke goals (SP's) van "Requirements Development" worden beschreven in de stukken. Wanneer meer dit voor meer dan de helft van de SP's het geval is, kan niveau 1 worden toegekend. Vervolgens zal gekeken worden in hoeverre voor de "Requirements Development" de generieke activiteiten, behorende bij de capability levels, worden beschreven. Dit begint bij level 2, wanneer deze voor meer dan de helft met ja beantwoord kan worden, wordt een volgend level bekeken. Wanneer een level niet wordt gehaald heeft het wordt de score van het voorgaande level toegekend. Het heeft geen zin om een volgend level te bekijken, omdat een level niet overgeslagen kan worden, het kan dus niet zo zijn dat level 2 niet gehaald wordt, maar level 3 wel.

De score wordt berekend met de wiskundige formule: $v_j = \sum_i w_i v_{ij}$

met

- v waarde van oplossing j
- w_i de wegingsfactor voor beoordelingsaspect i
- v_{ij} de waarde die toegekend wordt aan de oplossing j voor beoordelingsaspect i

De wegingsfactor w_i wordt voor iedere basis activiteit gelijk gesteld en de som is gelijk aan 1, bij n SP's geldt dus $w_i = \frac{1}{n}$.

De waarde die toegekend wordt aan de SP's is waarde 0 wanneer deze niet wordt uitgevoerd of waarde van het capability level als deze wel wordt uitgevoerd, bij level 2 hoort dus een waarde van 2. Om een level te behalen moet aan meer dan de helft van de generieke activiteiten (behorende bij het level) worden voldaan. Berekening van een level gebeurt pas als het voorgaande level is behaald.

De formule kan nu vereenvoudigd worden in:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c$$

Met

- v waarde van oplossing j
- x aantal uitgevoerde SP's
- n aantal SP's
- c waarde capability level

RWS:**Requirements Development**

SP 1.1: Ja
 SP 1.2: Ja
 SP 2.1: Ja
 SP 2.2: Ja
 SP 2.3: Ja
 SP 3.1: Ja
 SP 3.2: Ja
 SP 3.3: Ja
 SP 3.4: Nee
 SP 3.5: Nee

$$n = 10$$

$$x = 8$$

$8/10 > 1/2 \Rightarrow$ GP 1.1: Ja, naar
 volgend level

GP 2.1: Nee
 GP 2.2: Ja
 GP 2.3: Nee
 GP 2.4: Nee
 GP 2.5: Nee
 GP 2.6: Nee
 GP 2.7: Ja
 GP 2.8: Nee
 GP 2.9: Nee
 GP 2.10: Nee

$$2/10 \leq 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{8}{10}$$

Risk Management

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Nee
 SP 1.3: Nee
 SP 2.1: Ja
 SP 2.2: Nee
 SP 3.1: Nee
 SP 3.2: Nee

$$n = 7$$

$$x = 1$$

$$1/7 \leq 1/2 \Rightarrow \text{GP 1.1: Nee, } c \neq 1, c = 0$$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{1}{7} \cdot 0 = 0$$

Supplier Agreement Management

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Nee
 SP 1.3: Nee
 SP 2.1: Nee
 SP 2.2: Nee
 SP 2.3: Nee
 SP 2.4: Nee
 SP 2.5: Nee

$$n = 8$$

$$x = 0$$

$$0/8 < 1/2 \Rightarrow \text{GP 1.1: Nee, } c \neq 1, c = 0$$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{0}{8} \cdot 0$$

Pro Rail

Requirements Development

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Nee
 SP 2.1: Nee
 SP 2.2: Nee
 SP 2.3: Nee
 SP 3.1: Nee
 SP 3.2: Nee
 SP 3.3: Nee
 SP 3.4: Nee
 SP 3.5: Nee

$$n = 10$$

$$x = 0$$

$0/10 \leq 1/2 \Rightarrow$ GP1.1: Nee,
 $c \neq 1, c = 0$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{0}{10} \cdot 0 = 0$$

Risk Management

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Nee
 SP 1.3: Ja
 SP 2.1: Ja
 SP 2.2: Nee
 SP 3.1: Ja
 SP 3.2: Nee

$$n = 7$$

$$x = 3$$

$3/7 \leq 1/2 \Rightarrow c \neq 1, c = 0$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{3}{7} \cdot 0 = 0$$

Supplier Agreement Management

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Nee
 SP 1.3: Nee
 SP 2.1: Nee
 SP 2.2: Nee
 SP 2.3: Nee
 SP 2.4: Nee
 SP 2.5: Nee

$$n = 8$$

$$x = 0$$

$0/8 < 1/2 \Rightarrow$ GP 1.1: Nee,
 $c \neq 1, c = 0$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{0}{8} \cdot 0$$

BAM N50:**Requirements Development**

SP 1.1: Ja
 SP 1.2: Ja
 SP 2.1: Ja
 SP 2.2: Ja
 SP 2.3: Nee
 SP 3.1: Ja
 SP 3.2: Nee
 SP 3.3: Ja
 SP 3.4: Nee
 SP 3.5: Ja

$n = 10$

$x = 7$

$7/10 > 1/2 \Rightarrow$ GP 1.1: Ja, naar
 volgend level

GP 2.1: Nee
 GP 2.2: Ja
 GP 2.3: Ja
 GP 2.4: Ja
 GP 2.5: Nee
 GP 2.6: Nee
 GP 2.7: Nee
 GP 2.8: Ja
 GP 2.9: Nee
 GP 2.10: Nee

$4/10 \leq 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{7}{10}$$

Risk Management

SP 1.1: Ja
 SP 1.2: Ja
 SP 1.3: Ja
 SP 2.1: Ja
 SP 2.2: Ja
 SP 3.1: Ja
 SP 3.2: Ja

$n = 7$

$x = 7$

$7/7 > 1/2 \Rightarrow$ GP 1.1: Ja, naar
 volgend level

GP 2.1: Ja
 GP 2.2: Nee
 GP 2.3: Ja
 GP 2.4: Ja
 GP 2.5: Nee
 GP 2.6: Nee
 GP 2.7: Ja
 GP 2.8: Ja
 GP 2.9: Nee
 GP 2.10: Nee

$5/10 \leq 1/2 \Rightarrow c \neq 2, c = 1$

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{7}{7} \cdot 1 = 1$$

Supplier Agreement Management

SP 1.1: Nee
 SP 1.2: Ja
 SP 1.3: Nee
 SP 2.1: Nee
 SP 2.2: Nee
 SP 2.3: Nee
 SP 2.4: Nee
 SP 2.5: Ja

$n = 8$

$x = 2$

$2/8 < 1/2 \Rightarrow$ GP 1.1: Nee,

$c \neq 1, c = 0$

Score:

$$v_j = \frac{x}{n} \cdot c \Rightarrow v_j = \frac{0}{8} \cdot 0$$

Bijlage 2: Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM)

Deze tekst is vertaald en samengevat uit het document “A Systems Engineering Capability Maturity Model Version 1.1.” van Bate (Bate, 1995).

Systems Engineering Capability Maturity Model (SE-CMM) beschrijft de essentiële elementen, van het Systems Engineering proces van een organisatie die nodig zijn voor een goede Systems Engineering. Het omschrijft niet een bepaald proces of te volgen volgorde van activiteiten. SE-CMM levert een referentie voor het vergelijken van een bestaande SE praktijk tegen de essentiële elementen. Het is ontworpen om organisaties te helpen met het verbeteren van hun SE praktijk. SE-CMM gaat ervan uit dat de kwaliteit van een product een directe afgeleide is van (ten minste) het proces en technologie die gebruikt zijn bij de ontwikkeling van het product en van de vaardigheden van de mensen die aangewezen zijn voor het werk.

Capability Levels:

SE-CMM kent 6 capability levels (level 0 t/m 5) welke gebruikt worden voor de beoordeling van de process Areas. :

Level 0: Niet uitvoeren

Er is een algemeen verzuim op het uitvoeren van de basis “prestaties” van de Process Area (PA).

Level 1: Informeel

De basis activiteiten worden over het algemeen uitgevoerd. Echter de uitvoering van deze basis activiteiten wordt niet strikt gepland en gevolgd. Uitvoering hangt af van de individuele kennis en inspanning. Individuen binnen de organisatie weten wanneer een actie moet worden genomen en er is een algemene overeenkomst dat de actie wordt uitgevoerd als dat nodig is. Er zijn werkproducten te herkennen, welke de uitvoering van de basis activiteiten aantonen.

Level 2: Gemonitord

De basis activiteiten worden gepland en gevolgd.

Level 3: Gedefinieerd

De basis activiteiten worden uitgevoerd volgens een goed gedefinieerd proces, gebruik makend van goedgekeurde, aangepaste versies van standaard gedocumenteerde processen. Het verschil met level 2 is dat het proces gepland en gemanaged wordt volgens een organisatiebreed standaardproces.

Level 4: Kwantitatief beheerst

Gedetailleerde metingen van prestaties worden verzameld en geanalyseerd. Dit leidt tot een kwantitatief begrip van de procescapaciteit en een verbeterde mogelijkheid om de prestatie te voorspellen.

Level 5: Voortdurende verbetering

De organisatie stelt kwantitatieve prestatie doelen vast voor proces effectiviteit en efficiency, gebaseerd op bedrijfsdoelen. De organisatie is in staat het proces voortdurend te verbeteren, door kwantitatieve data te verzamelen.

Elk van deze capability levels komt met een aantal generiek activiteiten (GA) welke weer onderverdeeld zijn in groepen met gemeenschappelijke eigenschappen.

Hieronder is per capability level de generieke activiteit en de groep waar die invalt.

Capability level 0:

Geen generieke activiteiten

Capability level 1:

Groep 1.1: Basis activiteiten uitgevoerd GA 1.1.1 Voer het proces uit

Capability level 2:

Groep 2.1 Plan prestatie	GA 2.1.1 Middelen toewijzen
	GA 2.1.2 Verantwoordelijkheden aanwijzen
	GA 2.1.3 Proces documenteren
	GA 2.1.4 Hulpmiddelen leveren
	GA 2.1.5 Garandeer training
	GA 2.1.6 Plan het proces
Groep 2.2 Ordelijke prestatie	GA 2.2.1 Gebruik plannings, richtlijnen en procedures
	GA 2.2.2 Gebruik formatie management
Groep 2.3 Verifieer prestatie	GA 2.3.1 Verifieer proces volgzzaamheid
	GA 2.3.2 Audit werkproducten
Groep 2.4 Volg prestatie	GA 2.4.1 Volg met metingen
	GA 2.4.2 Voer corrigerende handelingen uit

Capability level 3:

Groep 3.1 Definieer een standaard proces	GA 3.1.1 Standaardiseer het proces
	GA 3.1.2 Maak het standaard proces op maat
Groep 3.2 Voer het gedefinieerde proces uit	GA 3.2.1 Gebruik een goed gedefinieerd proces
	GA 3.2.2 Voer gebreken onderzoeken uit
	GA 3.2.3 Gebruik goed gedefinieerde informatie

Capability level 4:

Groep 4.1 Stel meetbare kwaliteitsdoelen vast	GA 4.1.1 Stel kwaliteitsdoelen vast
Groep 4.2 Objectief beheersen van uitvoering	GA 4.2.1 Bepaal de procescapaciteit
	GA 4.2.2 Gebruik de procescapaciteit

Capability level 5:

Groep 5.1 Verbeter Organisatie capaciteit	GA 5.1.1 Stel proces effectiviteit doelen vast
	GA 5.1.2 Verbeter het standaard proces continu
Groep 5.2 Verbeter proces effectiviteit	GA 5.2.1 Voer causale analyses uit
	GA 5.2.2 Elimineer defectoorzaken
	GA 5.2.3 Verbeter continu het omschreven proces

Proces Areas

SE-CMM omvat 18 Process Areas (PAs), verdeeld over drie categorieën: Engineering, Project en Organisatie. Elke PA omvat een aantal basis activiteiten (BAs). De BAs worden gezien als verplichte bestanddelen (ze moeten succesvol geïmplementeerd worden om het beoogde resultaat van de PA te volbrengen).

Onder de engineering categorie vallen: PA 01 t/m 07

Onder de project categorie vallen: PA 08 t/m 12

Onder de organisatie categorie vallen: PA 13 t/m 18

Hieronder zijn per Proces Area de basis activiteiten aangegeven.

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

Doel is het uitvoeren van studies en analyses waaruit een oplossing volgt die past bij het vastgestelde probleem en beperkingen.

De basis activiteiten die hier bij horen zijn:

- BA.01.01 Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen
- BA.01.02 Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde beoordelingscriteria
- BA.01.03 Stel alternatieven vast voor evaluatie
- BA.01.04 Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde beoordelingscriteria
- BA.01.05 Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria
- BA.01.06 Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de rangschikking vast

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

Analyseer de systeem- en andere eisen en leidt een gedetailleerdere en preciezere set eisen af.

De basis activiteiten die hier bij horen zijn:

- BA.02.01 Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften.
- BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.
- BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).
- BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit
- BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten
- BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.
- BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie
- BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.
- BA.02.09 Stel systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.

PA 03: Ontwikkel de systeemarchitectuur

Doel is de basis vormen voor het vaststellen en ontwikkelen van een systeemontwerp. Het omvat afleiden van architectuur eisen, vaststellen van de voornaamste ontwerp problemen, vaststellen van de functionele en fysieke structuur en raakvlakken, en het toewijzen van de architectuureisen aan de systeem elementen.

- BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur
- BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen
- BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.
- BA.03.04 Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten
- BA.03.05 Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.
- BA.03.06 Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.
- BA.03.07 Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.
- BA.03.08 Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.

PA 04: Integreer disciplines

Doel is het vaststellen van die disciplines die noodzakelijk zijn voor een effectieve ontwikkeling en welke een omgeving creëren waarin ze gezamenlijk en effectief werken naar een gemeenschappelijk doel.

- BA.04.01 Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.
- BA.04.02 Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines onder de ontwikkelaars.
- BA.04.03 Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie
- BA.04.04 Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.
- BA.04.05 Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.
- BA.04.06 Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.

PA 05: Integreer systemen

Doel is te verzekeren dat alle systeem elementen als geheel zullen functioneren. Primair betekent dit vaststellen, omschrijven en beheersen van raakvlakken alsmede het checken van systeemfuncties die meerdere systeem elementen behoeven.

- BA.05.01 Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.
- BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.
- BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.
- BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.
- BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.

- BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.
- BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeem raakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.
- BA.05.08 Ontwikkel een integratie strategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen.

Doel is het loskrijgen, stimuleren, analyseren en communiceren van klantbehoeften en verwachtingen om zo beter begrip te krijgen van wat de klant tevreden stelt. Het omvat het betrekken van de klant of substituut in een voortdurende dialoog ontwikkeld om behoeften en verwachtingen te vertalen naar een verifieerbare set van eisen welke de klant begrijpt en welke een basis vormen voor overeenstemming tussen de klant en de systems engineering inspanning.

- BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.
- BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.
- BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.
- BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.
- BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

PA 07: Verifieer en Valideer het systeem

Doel is te garanderen dat het ontwikkel/leverancier team in toenemende mate uitgebreide evaluaties uitvoert om te verzekeren dat ontwikkelende werkproducten aan alle eisen voldoen. De reikwijdte van verificatie omvat de ontwikkeling van het volledige systeem, alsmede de productie, beheer, en ondersteuning. De validatie is een mate van klanttevredenheid, gezien de operationele klantbehoeften.

- BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorzieningen, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeem ontwikkeling vaststellen.
- BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen aan de hand waarvan producten worden geverifieerd tegen opgestelde criteria of eisen die zijn opgesteld in een eerdere fase.
- BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem- of producteisen.
- BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.
- BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.
- BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.

PA 08: Garandeer kwaliteit

Doel is niet alleen te sturen op kwaliteit van het systeem maar ook op de kwaliteit van het proces dat gebruikt is voor het creëren van het systeem en de mate waarin het project het bepaalde proces heeft gevolgd. De onderliggende gedachte is dat hoge kwaliteitssystemen alleen consistent en continue geproduceerd kunnen worden als er een proces bestaat dat continu de kwaliteit meet en verbetert.

- BA.08.01 Verzeker dat het gedefinieerde systems engineering proces gedurende de levenscyclus verbonden is
- BA.08.02 Evalueer werkproduct metingen tegen de eisen voor de kwaliteit van werkproducten.
- BA.08.03 Meet de kwaliteit van het systems engineering proces gebruikt bij het project.
- BA.08.04 Analyseer kwaliteitmetingen voor het ontwikkelen van aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteit of corrigerende handelingen indien geschikt.
- BA.08.05 Verkrijg medewerking van medewerkers voor het vaststellen en melden van kwaliteitsproblemen.
- BA.08.06 Initieer activiteiten die zich richten op kwaliteitsproblemen of kwaliteitsverbeteringskansen.
- BA.08.07 Stel een werkwijze of set van werkwijzen vast om behoeften voor corrigerend handelen t.a.v. processen of producten te ontdekken

PA 09: Configuratie Management

Doel is het behouden van de data en status van vastgestelde configuratie eenheden en het analyseren en beheersen van veranderingen van het systeem en de configuratie eenheden. Het omvat het leveren van accurate en actuele configuratiedata en status aan ontwikkelaars en klanten.

- BA.09.01 Beslis tussen mogelijke oplossingen voor configuratie management
- BA.09.02 Stel configuratie eenheden vast die samen de hoofdlijn vormen.
- BA.09.03 Beheer een opslag voor werkproduct hoofdlijnen
- BA.09.04 Beheers veranderingen om configuratie eenheden vast te stellen
- BA.09.05 Communiceer status van configuratiedata, voorgestelde veranderingen en maak de informatie toegankelijk voor de betreffende groepen.

PA 10: Manage Risico's

Doel is vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's door het succes van zowel systems engineering inspanningen en algemene technische inspanningen. Alle systeem ontwikkelingsinspanningen hebben inherente risico's, welke niet altijd even gemakkelijk herkend worden. Gebrekkig risico management wordt vaak genoemd als primaire reden voor ontevreden klanten, en kost en tijd overschrijdingen. Vroege ontdekking en reductie van de risico's vermijden toenemende kosten van het reduceren van de kosten in een verder gevorderd stadium van de systeemontwikkeling.

- BA.10.01 Ontwikkel een plan voor risicomangementactiviteiten welke de basis is voor vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's voor de levensduur van het project
- BA.10.02 Stel project risico's vast door het onderzoeken van projectdoelen rekeninghoudend met alternatieven en beperkingen, en stel vast wat fout kan lopen.
- BA.10.03 Maak risico's toegankelijk en bepaal de kans van optreden en de consequenties van optreden.
- BA.10.04 Verkrijg formele erkenning van de project risicobeoordeling.
- BA.10.05 Implementeer risicoverlagende handelingen.

BA.10.06 Monitor risicoverlagende handelingen en verzeker dat de gewenste resultaten behaald worden.

PA 11: Monitor en beheers technische inspanningen.

Het doel is het leveren van adequate zichtbaarheid van de werkelijke voortgang en risico's. Zichtbaarheid stimuleert tijdige corrigerende maatregelen wanneer de prestatie significant afwijkt van de plannen. Het omvat sturen, traceren en bekritisieren van de projectprestaties, resultaten en risico's tegen de gedocumenteerde ramingen, toezeggingen en plannen.

- BA.11.01 Stuur technische prestatie in overeenstemming met technische managementplannen.
- BA.11.02 Traceer het werkelijke gebruik van middelen tegen de technische managementplannen.
- BA.11.03 Traceer prestatie tegen de technische managementplannen.
- BA.11.04 Bekritiseer prestatie tegen de technische managementplannen.
- BA.11.05 Analyseer problemen voorkomend uit het traceren en bekritisieren van de technische parameters, ter bepaling van corrigerende handelingen.
- BA.11.06 Treed corrigerend op indien werkelijke resultaten afwijken van de plannen.

PA 12: Plan technische inspanningen.

Het doel is plannen vaststellen, welke de basis vormen voor planning, kostenbepaling, beheersing, tracering en bespreking van de aard en reikwijdte van het technische werk betrokken bij de systeemontwikkeling, vervaardiging, gebruik en verwijdering. Het begint met het begrijpen van de reikwijdte van het werk, samen met de beperkingen, risico's en doelen die het project definiëren en begrenzen.

- BA.12.01 Bepaal welke middelen kritiek zijn voor het technische succes van het project.
- BA.12.02 Ontwikkel schattingen voor de factoren die invloed hebben op de omvang en technische haalbaarheid van het project.
- BA.12.03 Ontwikkel kostenramingen voor al de technische middelen nodig voor het project.
- BA.12.04 Bepaal het bij het project te gebruiken technische proces
- BA.12.05 Stel de technische activiteiten vast voor de totale levenscyclus van het project
- BA.12.06 Definieer de specifieke processen welke de effectieve interactie met de klant en leverancier ondersteunen.
- BA.12.07 Ontwikkel technische schema's voor de totale project levenscyclus.
- BA.12.08 Stel technische parameters met drempelwaarde vast, voor het project en het systeem.
- BA.12.09 Gebruik de informatie verzameld in planningsactiviteiten om technische management plannen te ontwikkelen, welke als basis dienen voor het traceren van de opvallende aspecten van de project en systems engineering inspanningen.
- BA.12.10 Bekritiseer de technische management plannen met alle betrokken groepen en individuen, en verkrijg groepsbetrokkenheid.

PA 13: Definieer het systems engineering proces van de organisatie

Doel is het creëren en managen van de systems engineering processen van de organisatie, welke vervolgens aangepast kunnen worden aan een project, om zo unieke processen te maken, welke systemen of producten zullen ontwikkelen.

- BA.13.01 Stel doelen voor het systems engineering proces van de organisatie vast vanuit de zakelijke doelen van de organisatie.
- BA.13.02 Verzamel en behoud systems engineering proces activa.

- BA.13.03 Ontwikkel een goed gedefinieerd standaard systems engineering proces voor de organisatie.
- BA.13.04 Definieer richtlijnen voor het aanpassen van de standaard systems engineering processen van de organisatie naar project gebruik voor ontwikkeling van project afgebakende processen.

PA 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie.

Doel is het behalen van concurrentievoordeel door continue verbetering van effectiviteit en efficiency van de systems engineering processen.

- BA.14.01 Evalueer de bestaande, door de organisatie uitgevoerde processen, om de sterktes en zwaktes te begrijpen.
- BA.14.02 Plan verbeteringen voor de organisatieprocessen op basis van analysering van de invloed van potentiële verbeteringen voor het bereiken van de procesdoelen.
- BA.14.03 Pas de standaard systems engineering processen van de organisatie aan.
- BA.14.04 Communiceer de procesverbeteringen naar bestaande projecten en naar andere betrokken groepen, indien geschikt.

PA 15: Manage assortiment ontwikkeling

Doel is introduceren van diensten, apparatuur en nieuwe technologieën om optimale voordelen in assortiment ontwikkeling, kosten, planning en prestatie te behalen gedurende de tijd dat het assortiment ontwikkeld naar de ultieme doelen.

- BA.15.01 Bepaal de soorten aan te bieden producten
- BA.15.02 Stel nieuwe producttechnologieën of ondersteunende infrastructuur vast welke de organisatie helpen bij het verkrijgen, ontwikkelen en toepassen van technologieën ten behoeve van concurrentievoordeel.
- BA.15.03 Voer de benodigde veranderingen in de productontwikkelingscyclus ter ondersteuning van de ontwikkeling van nieuwe producten.
- BA.15.04 Garandeer dat kritieke onderdelen beschikbaar zijn om de geplande productontwikkeling te ondersteunen.
- BA.15.05 Neem nieuwe technologieën op in de productontwikkeling, marketing en productie.

PA 16: Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

Doel is het leveren van de technologische omgeving die nodig is voor de productontwikkeling en uitvoering van het proces.

- BA.16.01 Behoud bekendheid met de technologieën die de organisatiedoelen ondersteunen.
- BA.16.02 Stel eisen vast voor de systems engineering ondersteuningsomgeving, van de organisatie, gebaseerd op de organisatiebehoefte.
- BA.16.03 Verkrijg een system engineering ondersteuningsomgeving welke voldoet aan de eisen vastgesteld in de “Stel ondersteuningseisen vast” door gebruik te maken van de activiteiten van “Analyseer Alternatieven” proces area.
- BA.16.04 Pas de systems engineering ondersteuningsomgeving aan op de individuele projectbehoefte.
- BA.16.05 Neem nieuwe technologieën op in de systems engineering ondersteuningsomgeving gebaseerd op de zakelijke doelen en projectbehoefte van de organisatie.
- BA.16.06 Behoud de systems engineering ondersteuningsomgeving voor continue ondersteuning van de daarvan afhankelijke projecten.

BA.16.07 Monitor de systems engineering ondersteuningsomgeving voor verbeteringskansen.

PA 17: Verschaf aanhoudende vaardigheden en kennis

Doel is te verzekeren dat projecten en de organisatie de nodige kennis en vaardigheden hebben om de project en organisatie doelen te behalen. Om effectieve toepassing van deze kritieke middelen (hoofdzakelijk te verkrijgen uit mensen) te verzekeren, moeten de kennis en vaardigheden binnen de organisatie vastgesteld worden alsmede de behoefte van de specifieke projecten of organisatie.


- BA.17.01 Bepaal de benodigde verbeteringen in kennis en vaardigheden door de gehele organisatie, gebruik makend van de projectbehoefte, strategisch plan van de organisatie en de bestaande werknemersvaardigheden als leidraad.
- BA.17.02 Evalueer en selecteer de geschikte wijze voor het vergaren van kennis of vaardigheden.
- BA.17.03 Zorg ervoor dat de geschikte vaardigheid en kennis beschikbaar is voor de systems engineering inspanning.
- BA.17.04 Bereidt trainingsmateriaal voor gebaseerd op de vastgestelde trainingsbehoefte.
- BA.17.05 Train personeel voor het verkrijgen van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor de toegewezen taak.
- BA.17.06 Beoordeel de effectiviteit van de training in het behalen van de trainingbehoefte.
- BA.17.07 Bewaar rapporten van trainingen en ervaringen
- BA.17.08 Bewaar het trainingsmateriaal in een toegankelijke opslag.

PA 18: Coördineer met leveranciers.

Doel is het sturen van organisatiebehoefte door het effectief managen van de delen van productwerk welke uitgevoerd worden door andere organisaties.

- BA.18.01 Bepaal de benodigde systeem componenten of diensten welke uitgevoerd moeten worden door andere/externe organisaties.
- BA.18.02 Bepaal organisaties welke expertise hebben getoond op de vastgestelde gebieden.
- BA.18.03 Kies leveranciers volgens PA 1.
- BA.18.04 Lever aan de leveranciers de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit voor de organisatie van kracht zijn op de systeemcomponenten of diensten welke geleverd moeten worden.
- BA.18.05 Behoud tijdelijk tweerichtingscommunicatie met de leverancier.

Beoordeling van de Systems engineering processen kan overzichtelijk gemaakt worden door deze in een tabel te zetten met langs de ene as de capability levels en langs de andere as de Process Areas (zie onderstaand voorbeeld).

Process Capability level 

	Informeel	Gemonitord	Gedefinieerd	Kwantitatief beheerst	Voortdurende verbetering
	1	2	3	4	5
PA 01					
PA 02					
PA 03					
PA 04					
PA 05					

Op basis van deze beoordeling kan een verbetering van het proces worden voorgesteld. Belangrijk hierbij is dat de Proces Areas gerangschikt worden in relatie tot de zakelijke doelen van de organisatie. De Proces Areas met de hoogste prioriteit zullen daarbij als eerste worden verbeterd.

Bijlage 3: SE-CMM Scores RWS, Pro Rail en ISO/IEC 15288

SE-CMM is toegepast om het niveau te bepalen wat RWS en Pro Rail eisen van de markt. De documenten die worden beoordeeld zijn voor RWS: “Handreiking Functioneel Specificeren” (Netten, 2005) en voor Pro Rail het document “Statement of work zonder VO” (Veldhuizen, 2006). Verder schrijven beide de ISO/IEC 15288 voor, dit document (ISO/IEC, 2002) zal ook beoordeeld worden en is een aanvulling op de andere documenten.

Voor RWS, Pro Rail, ISO/IEC 15288 is gekeken in hoeverre de basis activiteiten (BA's) van de proces areas zijn beschreven (het moet expliciet vermeld zijn in het document).

Aangezien documenten worden beoordeeld wordt niveau 1 overgeslagen en direct op getoetst of niveau 2 aanwezig is. Aangenomen wordt dat iedere Organisatie de processen impliciet op een of andere manier uitvoert en daarmee dus op niveau 1 zit.

Wanneer voor meer dan de helft van de BA's zijn beschreven wordt niveau 2 toegekend.

Na afronding van de eigen beoordeling zijn de resultaten geverifieerd door middel van een interview bij Pro Rail en RWS.

De uiteindelijke scores vormen een uitgangspunt voor het door de BAM-O te formuleren gewenste SE-CMM niveau. In tabel 1 zijn de scores aangegeven, met groen is aangegeven welke PA's in ieder geval niveau 2 hebben en dus meer dan de helft van de BA's worden beschreven. Het in de tabel aangegeven niveau is het gedeelte van de beschreven BA's vermenigvuldigd met het toegewezen niveau. Een score boven de 1,5 betekend dat niveau 2 is toegekend, en boven de 2,5 een niveau van drie, aangezien een hoger niveau pas toegekend kan worden wanneer meer dan de helft van de BA's zijn beschreven.

In de tabel te zien is niveau 2 het hoogst toegekende niveau. Niveau 3 omvat GA's die te maken hebben met organisatiebrede standaard processen. Uit de beoordeelde documenten valt niet te halen dat naar het Systems Engineering proces van de gehele organisatie wordt gekeken. Deze resultaten moeten nog via interviews met RWS en Pro Rail geverifieerd worden.

In tabel 1 is te zien dat de ISO/IEC 15288 de documenten van RWS en Pro Rail goed aanvult, maar desondanks zijn er enkele PA's die geheel niet of slechts voor een klein gedeelte worden beschreven. De reden hiervoor zal nog moeten worden onderzocht. Voor onderbouwing van de resultaten in tabel 1 zijn in de bijlagen de complete scores te vinden.

De score wordt als volgt bepaald:

Per basis activiteit (BA) wordt gekeken of deze in het document staat vermeld, wanneer dit het geval is wordt dit aangegeven met “JA”, dat dus aan deze BA is voldaan. Het gaat hierbij wel om een expliciete vermelding, dit om de objectiviteit van de score te waarborgen.

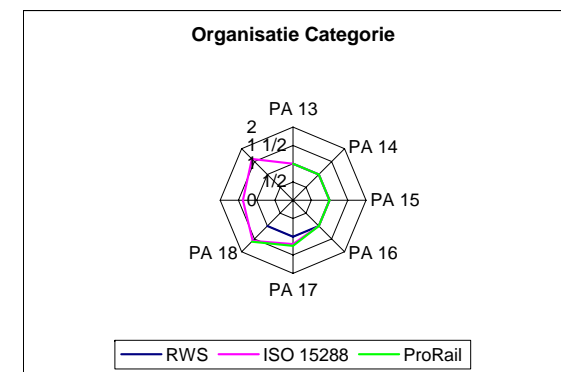
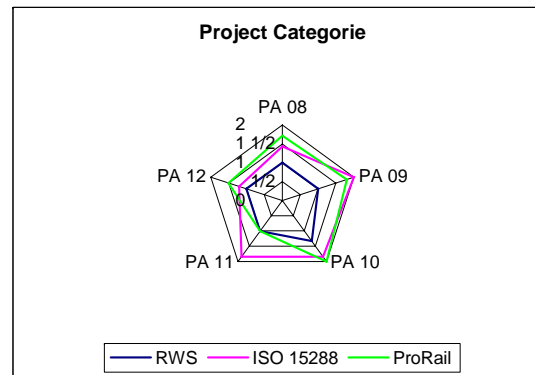
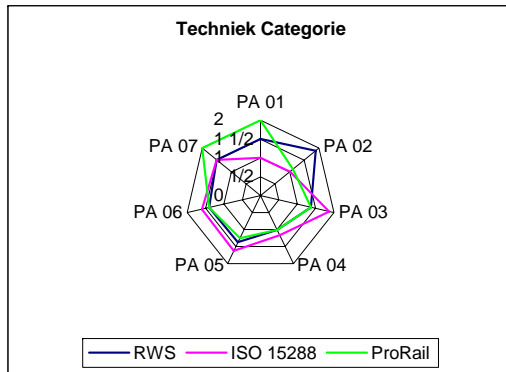
Wanneer iets impliciet bedoeld wordt, is dat vaak moeilijker voor een ieder vast te stellen.

Vervolgens wordt per PA gekeken of het percentage BA met een “JA” meer dan 50% is, wanneer dit zo is niveau 2 van SE-CMM gehaald en wordt voor het volgend niveau bepaald of daaraan voldaan wordt.

	RWS	ISO 15288	Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288
PA 01	1 1/2	1	2	2/3	2/3
PA 02	1 8/9	1	1 1/9	8/9	4/9
PA 03	1 3/8	1 7/8	1 3/8	7/8	7/8
PA 04	1	1 1/6	1	1/6	1/6
PA 05	1 3/8	1 5/8	1 1/4	7/8	3/4
PA 06	1 2/5	1 3/5	1 2/5	4/5	4/5
PA 07	1 1/2	1 1/2	2	5/6	2/3

	RWS	ISO 15288	Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288
PA 08	1	1 3/7	1 5/7	3/7	6/7
PA 09	1	2	1 4/5	1	1
PA 10	1 1/3	1 5/6	2	5/6	1
PA 11	1	1 5/6	1	5/6	5/6
PA 12	1	1 1/5	1 1/2	1/5	1/5

	RWS	ISO 15288	Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288
PA 13	1	1	1	0	0
PA 14	1	1	1	0	0
PA 15	1	1 1/5	1	1/5	1/5
PA 16	1	1 4/7	1	4/7	4/7
PA 17	1	1 3/8	1 1/4	3/8	3/8
PA 18	1	1 3/5	1 3/5	3/5	4/5



Tabel 1 SE-CMM beoordeling RWS, ProRail en ISO/IEC 15288

SE-CMM	Techniek Categorie				RWS	Project Categorie					RWS	Organisatie Categorie					
	ISO 15288	Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288		ISO 15288	Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288	ISO 15288		Pro Rail	RWS incl. ISO 15288	ProRail incl. ISO 15288			
PA.01	1 1/2	1	2	2/3	2/3	PA.08	1	1 3/7	1 5/6	3/7	3/6	PA.13	1	1	1	0	0
1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	1	0	0
2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	0	0	2	1	1	1	0	0
3	2	1	2	1	1	3	1	1	2	0	1	3	1	1	1	0	0
4	1	1	2	1	1	4	1	2	1	1	1	4	1	1	1	0	0
5	2	1	2	1	1	5	1	1	2	0	1	PA.14	1	1	1	0	0
6	1	1	2	1	1	6	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
PA.02	1 3/8	1	1 1/3	3/3	4/3	7	1	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0
1	2	1	1	1	0	PA.09	1	2	1 4/6	1	1	3	1	1	1	0	0
2	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	0	0
3	2	1	1	1	0	2	1	2	2	1	1	PA.15	1	1 1/5	1	1 1/5	1 1/5
4	2	1	1	1	0	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
5	2	1	2	1	1	4	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1
6	2	1	1	1	0	5	1	2	2	1	1	3	1	1	1	0	0
7	2	1	1	1	1	PA.10	1 1/3	1 5/6	2	5/6	1	4	1	1	1	0	0
8	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	5	1	1	1	0	0
9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	PA.16	1	1 4/7	1	4/7	4/7
PA.03	1 3/8	1 7/8	1 3/8	7/8	7/8	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	2	2	1	1	4	1	1	2	0	1	2	1	2	1	1	1
2	1	2	1	1	1	5	2	2	2	1	1	3	1	2	1	1	1
3	1	2	1	1	1	6	1	2	2	1	1	4	1	2	1	1	1
4	2	2	2	1	1	PA.11	1	1 5/6	1	5/6	5/6	5	1	1	1	0	0
5	2	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	6	1	1	1	0	0
6	2	2	1	1	1	2	1	1	1	0	0	7	1	2	1	1	1
7	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	1	PA.17	1	1 3/8	1 1/4	3/8	3/8
8	1	1	1	0	0	4	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
PA.04	1	1 1/6	1	1 1/6	1 1/6	5	1	2	1	1	1	2	1	1	1	0	0
1	1	2	1	1	1	6	1	2	1	1	1	3	1	2	2	1	1
2	1	1	1	0	0	PA.12	1	1 1/5	1 1/2	1/5	1 1/5	4	1	1	1	0	0
3	1	1	1	0	0	1	1	1	2	0	0	5	1	2	1	1	1
4	1	1	1	0	0	2	1	1	1	0	0	6	1	1	1	0	0
5	1	1	1	0	0	3	1	2	1	0	0	7	1	1	1	0	0
6	1	1	1	0	0	4	1	1	1	0	0	8	1	1	1	0	0
PA.05	1 3/8	1 5/8	1 1/4	7/8	3/4	5	1	1	2	0	0	PA.18	1	1 3/5	1 3/5	3/5	4/5
1	2	1	1	1	0	6	1	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1
2	2	1	2	1	1	7	1	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0
3	1	2	1	1	1	8	1	1	1	0	0	3	1	2	2	1	1
4	2	2	1	1	1	9	1	1	2	0	0	4	1	2	2	1	1
5	1	1	1	0	0	10	1	1	2	0	0	5	1	1	2	0	1
6	1	2	1	1	1												
7	1	2	1	1	1												
8	1	2	2	1	1												
PA.06	1 2/5	1 3/5	1 2/5	4/5	4/5												
1	2	2	2	1	1												
2	1	2	1	1	1												
3	2	1	1	1	0												
4	1	2	1	1	1												
5	1	1	2	0	0												
PA.07	1 1/2	1 1/2	2	5/6	2/3												
1	1	2	2	1	1												
2	2	1	2	1	0												
3	2	1	2	1	1												
4	1	1	2	0	0												
5	2	2	2	1	1												
6	1	2	2	1	1												

Tabel 2 SE-CMM beoordeling RWS, ProRail en ISO/IEC 15288 op BA niveau

Bijlage 3.1: SE-CMM Score Rijkswaterstaat

Het document “Handreiking Functioneel Specificeren” (Netten, 2005) wordt gebruikt om de SE-CMM score van Rijkswaterstaat (RWS) te bepalen.

Aangezien hier een document wordt beoordeeld, wordt niveau 1 overgeslagen en direct op getoetst of niveau 2 aanwezig is. Aangenomen wordt dat iedere Organisatie de processen impliciet op een of andere manier uitvoert en daarmee dus op niveau 1 zit.

Wanneer voor meer dan de helft van de basis activiteiten (BA's) zijn beschreven wordt niveau 2 toegekend.

Na afronding van de eigen beoordeling zijn de resultaten geverifieerd door middel van een interview bij RWS.

Bij de berekening van de SE-CMM score is gebruik gemaakt van de gemaakte samenvatting en vertaling van SE-CMM versie 1.1 (zie bijlage 3) en het originele SE-CMM document (Bate, 1995).

Wanneer gesteld wordt dat een BA wordt beschreven, wordt tussen aanhalingstekens een stuk uit de tekst, van de handreiking functioneel specificeren, geciteerd waaruit dit is afgeleid.

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

BA.01.01 Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen
JA “Aan de hand van een afweging op basis van de eisen, kosten, planning en risico wordt een keuze gemaakt uit deze varianten” (blz. 17)

BA.01.02 Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde beoordelingscriteria

NEE

BA.01.03 Stel alternatieven vast voor evaluatie
JA “De haalbare opties worden uitgewerkt tot oplossingsvarianten voor het object.” (blz. 17)

BA.01.04 Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde beoordelingscriteria

NEE

BA.01.05 Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria
JA “Aan de hand van een afweging op basis van de eisen, kosten, planning en risico wordt een keuze gemaakt uit deze varianten” (blz. 17)

BA.01.06 Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de rangschikking vast

NEE

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

BA.02.01 Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften.

JA “Deze eisen worden niet enkel door de opdrachtgever bepaald. Vanuit verschillende andere invalshoeken (omgeving, markt, techniek) zullen vele eisen verschillend van niveau en aard aan een systeem gesteld worden.

- Eis: De snelweg A4 dient tussen Burgerveen en Leiden verbreed te worden naar 2x3 rijstroken (Bron: MIT)
- Eis: De Ecologische Hoofdstructuur dient te worden gehandhaafd. (Bron: Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, Ministerie VROM)
- Eis: De snelweg dient 20.000 personenauto-equivalenten per tijdseenheid te kunnen afwikkelen tussen Burgerveen en Leiden. (Bron: MIT)
- Eis: Gedurende de realisatie dient te allen tijde ten minste 1 rijbaan per rijrichting voor verkeer opengesteld te blijven. (Bron: Provincie Zuid-Holland)
- Eis: De grenswaarde NO₂ 135 mg/m³ voor het 98-percentiel van de uurwaarden dient niet te worden overschreden. (Bron: Afspraak met Ministerie LNV en VROM)

Het bovenstaande voorbeeld geeft aan dat de herkomst, het type en het niveau van de eisen verschillend zijn.“ (blz. 14)

BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.

NEE

BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).

JA “Aspecten die bij het decomponeren van een project in objecten meegenomen dienen te worden zijn:

- *De fysieke indeling van het voorliggend ontwerp:* Uit welke onderdelen bestaat het ontwerp?
- *Functies:* Verschillende onderdelen uit het object vervullen verschillende functies. Zo is de voornaamste functie van een weg het afwikkelen van verkeer en is de functie van een viaduct het kruisen van twee wegen. Deze functies dienen elk te kunnen worden toegewezen aan afzonderlijke objecten.
- *Marktindeling:* Om extra organisatorische raakvlakken te vermijden is het zinvol om te kijken naar de manier waarop de markt is georganiseerd, om hier zoveel mogelijk op aan te sluiten;

- *Bouwwijze en volgorde:* Objecten dienen zoveel mogelijk aan te sluiten op de volgorde van bouwen of dienen los te kunnen worden gebouwd. Een bepaalde volgordelijkheid in de uitvoering heeft vaak ook een relatie met de keuze voor soorten en aantallen contractvormen en het volgordelijk vervullen van de functies.” (blz. 23)

- BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit
- JA** “Functies op lagere niveaus kunnen op twee manieren worden afgeleid. Ten eerste door ze van de functie op het naast hogere niveau af te leiden. De afleiding uit de functie volgt door de volgende vraag te stellen: Wat is er nodig voor een goede functievervulling (bijvoorbeeld goede verkeersdoorstroming: geleiding, regeling, incidentmanagement). Een andere methode om afgeleide functies te identificeren is door te redeneren vanuit de objectstructuur; te kijken naar het pakket aan onderdelen dat binnen het systeem normaliter aanwezig is en daarbij vast te stellen welke functies deze onderdelen vervullen.” (blz. 15)
- BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten
- JA** “**Externe raakvlakkeisen: eisen op het raakvlak systeem/omgeving**
 Bij infrastructuurprojecten dient het te ontwikkelen object te worden ingepast in zijn omgeving. Het object snijdt of beïnvloedt fysiek elementen in de omgeving. Vanuit de omgeving kunnen eisen aan het object gesteld worden. Externe raakvlakkeisen kunnen worden geïdentificeerd door:
- het vaststellen van de onderdelen in de omgeving die door het nieuw te ontwikkelen object mogelijk wordt doorsneden
 - het vaststellen van de functies en eisen die vanuit beleid en/of omgeving worden gesteld aan de objecten
 - het afleiden van eisen uit eventuele bovenliggende specificatie(s).
- Interne raakvlakeisen: eisen op raakvlakken tussen de verschillende onderdelen van het systeem**
 Naast de raakvlakken uit de omgeving, de externe raakvlakken, kunnen ook interne raakvlakken bestaan. Dit zijn raakvlakken binnen de grenzen van het te ontwikkelen systeem. Deze ontstaan als het systeem wordt opgedeeld in onderdelen (subsystemen, objecten, componenten en elementen) en een specificatie wordt ontwikkeld voor een onderdeel. Tussen de onderdelen zullen raakvlakken ontstaan, hier zullen eisen aan gesteld worden.” (blz. 16)
- BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.
- JA** “Betreft het een complex project, dan deelt men het systeem op in onderdelen. Voor ieder van deze onderdelen worden dan weer aparte, afgeleide eisen gesteld. Ieder onderdeel vervult een eigen functie.” (blz. 15)
- BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie
- JA** “Iedere eis in een specificatie dient de volgende eigenschappen te bezitten: Deze eigenschappen van eisen worden ook vaak samengevat onder het begrip SMART.

- Specifiek, helder, ondubbelzinnig, nauwkeurig, volledig;
- Meetbaar, verifieerbaar;
- Acceptabel voor de klant en opdrachtgever;
- Realistisch, haalbaar;
- Toleranties dienen aangegeven te zijn.” (blz. 14)

BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.

JA “De eisen op dit (lagere) niveau dienen getraceerd te kunnen worden naar de eisen, die reeds gesteld waren op het hogere niveau.” (blz. 21)
 “Een Eis op een lager niveau dient altijd zijn te herleiden uit een eis gesteld op een hoger niveau.” (blz. 30)

BA.02.09 Leg systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.

JA “Functioneel specificeren is het vastleggen van de gewenste prestatie van een systeem in eisen, op basis van de functie van het systeem.” (blz. 9)

PA 03: Ontwikkel de systeem architectuur

BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur

NEE

BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen

NEE

BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.

NEE

BA.03.04 Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten

JA “Naast de raakvlakken uit de omgeving, de externe raakvlakken, kunnen ook interne raakvlakken bestaan. Dit zijn raakvlakken binnen de grenzen van het te ontwikkelen systeem.” (blz. 16)

BA.03.05 Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.

JA “Eisen worden gesteld aan objecten. Dat betekent dat alle eisen zijn gekoppeld aan objecten.” (blz. 20)

BA.03.06 Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.

JA “Ten behoeve van de traceerbaarheid van eisen is het van belang ze op de juiste plaats te zetten in lijn met de specificatieboom.” (blz. 30)

BA.03.07 Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.

NEE

BA.03.08 Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.

NEE

PA 04: Integreer disciplines

BA.04.01 Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.

NEE

BA.04.02 Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines.

NEE

BA.04.03 Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie

NEE

BA.04.04 Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.

NEE

BA.04.05 Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.

NEE

BA.04.06 Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.

NEE

PA 05: Integreer systemen

BA.05.01 Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.

JA **“Interne raakvlakeisen: eisen op raakvlakken tussen de verschillende onderdelen van het systeem**

Naast de raakvlakken uit de omgeving, de externe raakvlakken, kunnen ook interne raakvlakken bestaan. Dit zijn raakvlakken binnen de grenzen van het te ontwikkelen systeem. Deze ontstaan als het systeem wordt opgedeeld in onderdelen (subsystemen, objecten, componenten en elementen) en een specificatie wordt ontwikkeld voor een onderdeel. Tussen de onderdelen zullen raakvlakken ontstaan, hier zullen eisen aan gesteld worden.” (blz. 36)

BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.

JA *“Traceerbaarheidsmatrix*

Voorafgaande eisen, voortvloeiende eisen, cross referenties.” (blz. 34)

BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.

NEE

BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.

JA “Om een zo helder mogelijk overzicht te krijgen van de scores van het ontworpen en/of gerealiseerde object op de eisen wordt aanbevolen een verificatiematrix op te stellen.” (blz. 38)

BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.

NEE

BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.

NEE

BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeem raakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.

NEE

BA.05.08 Ontwikkel een integratie strategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.

NEE

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

JA “Inventariseer welke actoren bij het project betrokken zijn en welke eisen en wensen deze stellen” (blz. 28)

BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.

NEE

BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.

JA “Het functioneel specificeren bestaat uit het opstellen van eisen.” (blz. 13)

BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.

NEE

BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

NEE

PA 07: Verifieer en valideer het systeem

BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorziening, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeem ontwikkeling vaststellen.

NEE

- BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen aan de hand waarvan producten worden geverifieerd tegen opgestelde criteria of eisen die zijn opgesteld in een eerdere fase.
JA “Om een zo helder mogelijk overzicht te krijgen van de scores van het ontworpen en/of gerealiseerde object op de eisen wordt aanbevolen een verificatiematrix op te stellen.” (blz. 38)
- BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem- of producteisen.
JA “Verificatiemethode
 Hoe wordt aangetoond dat aan de eisen wordt voldaan.
 Om de eisen uit de specificatie te kunnen toetsen is er overeenstemming nodig over de verificatiemethode.” (blz. 34)
- BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.
NEE
- BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.
JA “§4.5 Check of ontwerp voldoet aan de eisen: verificatiematrix” (blz. 38-40)
- BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.
NEE
- PA 08: Garandeer kwaliteit**
- BA.08.01 Verzeker dat het gedefinieerde systems engineering proces gedurende de levenscyclus verbonden is
NEE
- BA.08.02 Evalueer werkproduct metingen tegen de eisen voor de kwaliteit van werkproducten.
NEE
- BA.08.03 Meet de kwaliteit van het systems engineering proces gebruikt bij het project.
NEE
- BA.08.04 Analyseer kwaliteitmetingen voor het ontwikkelen van aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteit of corrigerende handelingen indien geschikt.
NEE
- BA.08.05 Verkrijg medewerking van medewerkers voor het vaststellen en melden van kwaliteitsproblemen.
NEE

BA.08.06 Initieer activiteiten die zich richten op kwaliteitsproblemen of kwaliteitsverbeteringskansen.

NEE

BA.08.07 Stel een werkwijze of set van werkwijzen vast om behoeften voor corrigerend handelen t.a.v. processen of producten te ontdekken

NEE

PA 09: Configuratie management

BA.09.01 Beslis tussen mogelijke oplossingen voor configuratie management

NEE

BA.09.02 Stel configuratie eenheden vast die samen de hoofdlijn vormen.

NEE

BA.09.03 Beheer een opslag voor werkproduct hoofdlijnen

NEE

BA.09.04 Beheers veranderingen om configuratie eenheden vast te stellen

NEE

BA.09.05 Communiceer status van configuratiedata, voorgestelde veranderingen en maak de informatie toegankelijk voor de betreffende groepen.

NEE

PA 10: Manage risico's

BA.10.01 Ontwikkel een plan voor risicomanagementactiviteiten welke de basis is voor vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's voor de levensduur van het project

NEE

BA.10.02 Stel project risico's vast door het onderzoeken van projectdoelen rekeninghoudend met alternatieven en beperkingen, en stel vast wat fout kan lopen.

JA "Het is dan zinvol om voor discussievolle/ risicovolle eisen van tevoren in kaart te brengen op welke wijze de eisen uit de specificatie worden aangetoond" (blz. 40)

BA.10.03 Maak risico's toegankelijk en bepaal de kans van optreden en de consequenties van optreden.

NEE

BA.10.04 Verkrijg formele erkenning van de project risicobeoordeling.

NEE

BA.10.05 Implementeer risicoverlagende handelingen.

JA "Indien het risico nog niet tot een aanvaardbaar niveau gereduceerd is, moet gekozen worden voor een verdere uitwerking." (blz. 18)

BA.10.06 Monitor risicoverlagende handelingen en verzeker dat de gewenste resultaten behaald worden.

NEE

PA 11: Monitor en beheers technische inspanningen

BA.11.01 Stuur technische prestatie in overeenstemming met technische managementplannen.

NEE

BA.11.02 Traceer het werkelijke gebruik van middelen tegen de technische managementplannen.

NEE

BA.11.03 Traceer prestatie tegen de technische managementplannen.

NEE

BA.11.04 Bekritiseer prestatie tegen de technische managementplannen.

NEE

BA.11.05 Analyseer problemen voorkomend uit het traceren en bekritisieren van de technische parameters, ter bepaling van corrigerende handelingen.

NEE

BA.11.06 Treed corrigerend op indien werkelijke resultaten afwijken van de plannen.

NEE

PA 12: Plan technische inspanningen

BA.12.01 Bepaal welke middelen kritiek zijn voor het technische succes van het project.

NEE

BA.12.02 Ontwikkel schattingen voor de factoren die invloed hebben op de omvang en technische haalbaarheid van het project.

NEE

BA.12.03 Ontwikkel kostenramingen voor al de technische middelen nodig voor het project.

NEE

BA.12.04 Bepaal het bij het project te gebruiken technische proces

NEE

BA.12.05 Stel de technische activiteiten vast voor de totale levenscyclus van het project

NEE

BA.12.06 Definieer de specifieke processen welke de effectieve interactie met de klant en leverancier ondersteunen.

NEE

BA.12.07 Ontwikkel technische schema's voor de totale project levencyclus.

NEE

BA.12.08 Stel technische parameters met drempelwaarde vast, voor het project en het systeem.

NEE

BA.12.09 Gebruik de informatie verzameld in planningsactiviteiten om technische management plannen te ontwikkelen, welke als basis dienen voor het traceren van de opvallende aspecten van de project en systems engineering inspanningen.

NEE

BA.12.10 Bekritiseer de technische management plannen met alle betrokken groepen en individuen, en verkrijg groepsbetrokkenheid.

NEE

PA 13: Definieer het systems engineering proces van de organisatie

BA.13.01 Stel doelen voor het systems engineering proces van de organisatie vast vanuit de zakelijke doelen van de organisatie.

NEE

BA.13.02 Verzamel en behoud systems engineering proces data.

NEE

BA.13.03 Ontwikkel een goed gedefinieerd standaard systems engineering proces voor de organisatie.

NEE

BA.13.04 Definieer richtlijnen voor het aanpassen van de standaard systems engineering processen van de organisatie naar project gebruik voor ontwikkeling van project afgebakende processen.

NEE

PA 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie

BA.14.01 Evalueer de bestaande, door de organisatie uitgevoerde processen, om de sterktes en zwaktes te begrijpen.

NEE

BA.14.02 Plan verbeteringen voor de organisatieprocessen op basis van analysering van de invloed van potentiële verbeteringen voor het bereiken van de procesdoelen.

NEE

BA.14.03 Pas de standaard systems engineering processen van de organisatie aan

NEE

BA.14.04 Communiceer de procesverbeteringen naar bestaande projecten en naar andere betrokken groepen, indien geschikt.

NEE

PA 15: Manage assortiment ontwikkeling

BA.15.01 Bepaal de soorten aan te bieden producten

NEE

BA.15.02 Stel nieuwe producttechnologieën of ondersteunende infrastructuur vast welke de organisatie helpen bij het verkrijgen, ontwikkelen en toepassen van technologieën ten behoeve van concurrentievoordeel.

NEE

BA.15.03 Voer de benodigde veranderingen in de productontwikkelingscyclus ter ondersteuning van de ontwikkeling van nieuwe producten.

NEE

BA.15.04 Garandeer dat kritieke onderdelen beschikbaar zijn om de geplande productontwikkeling te ondersteunen.

NEE

BA.15.05 Neem nieuwe technologieën op in de productontwikkeling, marketing en productie.

NEE

PA 16: Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

BA.16.01 Behoud bekendheid met de technologieën die de organisatiedoelen ondersteunen.

NEE

BA.16.02 Stel eisen vast voor de systems engineering ondersteuningsomgeving, van de organisatie, gebaseerd op de organisatiebehoeften.

NEE

BA.16.03 Verkrijg een systems engineering ondersteuningsomgeving welke voldoet aan de eisen vastgesteld in de “Stel ondersteuningseisen vast” door gebruik te maken van de activiteiten van “Analyseer Alternatieven” proces area.

NEE

BA.16.04 Pas de systems engineering ondersteuningsomgeving aan op de individuele projectbehoeften.

NEE

BA.16.05 Neem nieuwe technologieën op in de systems engineering ondersteuningsomgeving gebaseerd op de zakelijke doelen en projectbehoeften van de organisatie.

NEE

BA.16.06 Behoud de systems engineering ondersteuningsomgeving voor continue ondersteuning van de daarvan afhankelijke projecten.

NEE

BA.16.07 Monitor de systems engineering ondersteuningsomgeving voor verbeteringskansen.

NEE

PA 17: Verschaf aanhoudende vaardigheden

BA.17.01 Bepaal de benodigde verbeteringen in kennis en vaardigheden door de gehele organisatie, gebruik makend van de projectbehoeften, strategisch plan van de organisatie en de bestaande werknemersvaardigheden als leidraad.

NEE

BA.17.02 Evalueer en selecteer de geschikte wijze voor het vergaren van kennis of vaardigheden.

NEE

BA.17.03 Zorg ervoor dat de geschikte vaardigheid en kennis beschikbaar is voor de systems engineering inspanning.

NEE

BA.17.04 Bereidt trainingsmateriaal voor gebaseerd op de vastgestelde trainingsbehoefte.

NEE

BA.17.05 Train personeel voor het verkrijgen van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor de toegewezen taak.

NEE

BA.17.06 Beoordeel de effectiviteit van de training in het behalen van de trainingbehoefte.

NEE

BA.17.07 Bewaar rapporten van trainingen en ervaringen

NEE

BA.17.08 Bewaar het trainingsmateriaal in een toegankelijke opslag.

NEE

PA 18: Coördineer met leveranciers

BA.18.01 Bepaal de benodigde systeem componenten of diensten welke uitgevoerd moeten worden door andere/externe organisaties.

NEE

BA.18.02 Bepaal organisaties welke expertise hebben getoond op de vastgestelde gebieden.

NEE

BA.18.03 Kies leveranciers volgens PA 1.

NEE

BA.18.04 Lever aan de leveranciers de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit voor de organisatie van kracht zijn op de systeemcomponenten of diensten welke geleverd moeten worden.

NEE

BA.18.05 Behoud tijds tweerichtingscommunicatie met de leverancier.

NEE

Bijlage 3.2: SE-CMM Score ISO/IEC 15288

De ISO/IEC 15288 norm wordt door zowel RWS als Pro Rail gebruikt voor Systems Engineering. Daarom zal ook deze norm met SE-CMM beoordeeld worden.

Het document dat gebruikt wordt is de Nederlandse vertaling van de ISO/IEC 15288 (ISO/IEC, 2002).

Aangezien documenten worden beoordeeld wordt niveau 1 overgeslagen en direct op getoetst of niveau 2 aanwezig is. Aangenomen wordt dat iedere Organisatie de processen impliciet op een of andere manier uitvoert en daarmee dus op niveau 1 zit.

Wanneer voor meer dan de helft van de BA's zijn beschreven wordt niveau 2 toegekend.

Bij de berekening van de SE-CMM score is gebruik gemaakt van de gemaakte samenvatting en vertaling van SE-CMM versie 1.1 (zie bijlage XX) en het originele SE-CMM document (Bate, 1995).

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

BA.01.01 Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen

JA “Een besluitvormingsstrategie vaststellen.

NOOT Dit houdt in dat beslissingscategorieën en een prioriteitschema worden geïdentificeerd, en dat verantwoordelijke partijen worden geïdentificeerd. De besluitvormers worden geïdentificeerd en krijgen de verantwoordelijkheid en bevoegdheid om besluiten te nemen. Besluiten kunnen worden genomen naar aanleiding van een beoordeling van de effectiviteit, een technische afweging, een probleem dat opgelost moet worden, een actie die ondernomen moet worden als reactie op een risico dat groter is dan de acceptabele grenswaarde, een nieuwe kans op, of toestemming voor, voortgang van het project naar de volgende fase van de levenscyclus. Een besluitvormingsstrategie omvat de identificatie en toewijzing van de verantwoordelijkheid en bevoegdheid om besluiten te nemen.”

(blz. 25-26)

“Selecteer de besluitvormingsstrategie voor elke besluitvormingssituatie en maak deze bekend. Geef aan wat de gewenste resultaten en meetbare criteria voor succes zijn.” (blz. 26)

BA.01.02 Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde beoordelingscriteria

NEE

BA.01.03 Stel alternatieven vast voor evaluatie

NEE

BA.01.04 Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde beoordelingscriteria

NEE

BA.01.05 Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria

NEE

- BA.01.06 Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de rangschikking vast
- JA** “Registreer, volg, evalueer en rapporteer resultaten van besluiten om te bevestigen dat problemen doeltreffend zijn opgelost, verkeerde trends zijn omgebogen en voordeel is geput uit mogelijkheden.” (blz. 26)
 “Hou een dossier bij van problemen en kansen en de besluiten daarover, zoals vastgelegd in overeenkomsten of organisatorische procedures en op een manier die onderzoeken en leren uit ervaring mogelijk maakt.” (blz. 26)

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

- BA.02.01 Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften.

NEE

- BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.

NEE

- BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).

NEE

- BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit

NEE

- BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten

NEE

- BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.

NEE

- BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie

JA “Het analyseren van de integriteit van de systeemvereisten om te waarborgen dat elke vereiste, paren of sets van vereisten volledige integriteit bezitten. NOOT Elke verklaring ten aanzien van een systeemvereiste wordt gecontroleerd om vast te stellen dat hij uniek, volledig, ondubbelzinnig, consistent met alle andere vereisten, implementeerbaar en verifieerbaar is. Gebreken, strijdigheden en zwakke punten worden geïdentificeerd en opgelost binnen de volledige set van systeemvereisten. De resulterende systeemvereisten worden geanalyseerd om te bevestigen dat ze volledig, consistent en haalbaar zijn (gegeven huidige technologieën of kennis van technische ontwikkelingen) en gedetailleerd genoeg worden uitgedrukt. Bevestigd wordt dat zij een noodzakelijke en voldoende respons zijn op de vereisten van belanghebbenden en een noodzakelijke en voldoende input voor andere processen, met name architecturale ontwerpen.” (blz. 34-35)

BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.

JA “Traceerbaarheid van vereisten van belanghebbenden voor belanghebbenden en hun behoeften is gerealiseerd.” (blz. 31)

BA.02.09 Leg systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.

JA “Tijdens de gehele systeemlevenscyclus de set systeemvereisten in stand houden, samen met de redenen, besluiten en aannames ervoor.” (blz. 35)

PA 03: Ontwikkel de systeem architectuur

BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur

JA “De vereiste kenmerken, attributen en functionele vereisten en vereisten aan de prestaties van een productoplossing zijn gespecificeerd.” (blz. 33)

BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen

JA “Beperkingen die het architecturale ontwerp van een systeem zullen beïnvloeden en de middelen om het te realiseren zijn gespecificeerd.” (blz. 33)

BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.

JA “De beperkingen voor een systeemoplossing zijn gedefinieerd.” (blz. 31)
 “Alternatieve ontwerp oplossingen evalueren door ze tot een niveau van detail te modelleren die vergelijking mogelijk maakt met de specificaties die uitgedrukt zijn in de systeemvereisten en de prestatie, kosten, tijdschalen en risico’s die uitgedrukt zijn in de vereisten van belanghebbenden.” (blz. 36)

BA.03.04 Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten

JA “De interfaces tussen systeemelementen en bij de grens van het systeem met externe systemen definiëren en documenteren.” (blz. 36)

BA.03.05 Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.

JA “Opdeling van de systeemfuncties die geïdentificeerd zijn in vereisten-analyse en deze toewijzen aan elementen van systeemarchitectuur. Genereer afgeleide vereisten die nodig zijn voor de toewijzingen.” (blz. 36)

BA.03.06 Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.

JA “De integriteit en traceerbaarheid van systeemvereisten naar vereisten van belanghebbenden is bereikt.” (blz. 33)
 “De traceerbaarheid van architecturaal ontwerp naar systeemvereisten is vastgesteld.” (blz. 35)
 “Wederzijdse traceerbaarheid tussen architecturaal ontwerp en systeemvereisten in stand houden” (blz. 37)

- BA.03.07 Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.
- JA** “De geselecteerde fysieke ontwerp oplossing specificeren als een architecturale ontwerpbasislijn in termen van zijn functies, prestatie, gedrag, interfaces en onvermijdelijke implementatiebeperkingen
 NOOT Deze specificaties vormen de basis van de systeemoplossing en een beginpunt voor overeenkomsten voor de aankoop van systeemelementen, met inbegrip van acceptatiecriteria. Ze kunnen de vorm aannemen van schetsen, tekeningen of andere beschrijvingen die passen bij de fase van de ontwikkelings-inspanning, bv. haalbaarheidsontwerp, conceptueel ontwerp, systeembouwontwerp. Zij vormen de basis voor de beslissing om elementen te produceren, te hergebruiken of te kopen, voor het verifiëren van de systeemelementen en voor het definiëren van een integratiestrategie voor het systeem.” (blz. 37)
 “De informatie over het architecturale ontwerp vastleggen.
 NOOT Hier worden de structurele en functionele opdeling, de interface- en controledefinities en de ontwerpbeslissingen en -conclusies vastgelegd, met traceerbaarheid naar de basislijn van de vereisten. De basislijn van het architecturale ontwerp maakt een beoordeling mogelijk in het geval van wijziging tijdens de levenscyclus en biedt daarnaast informatie voor een later hergebruik van de architectuur. Het is ook de informatiebron van waaruit tests tijdens de integratie worden gedefinieerd.” (blz. 37)
- BA.03.08 Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.

NEE**PA 04: Integreer disciplines**

- BA.04.01 Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.
- JA** “Relevante partijen betrekken bij de besluitvorming om gebruik te maken van ervaring en kennis.” (blz. 26)
- BA.04.02 Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines.
- NEE**
- BA.04.03 Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie
- NEE**
- BA.04.04 Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.
- NEE**
- BA.04.05 Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.
- NEE**
- BA.04.06 Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.

NEE**PA 05: Integreer systemen**

- BA.05.01 Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.

NEE

- BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.
NEE
- BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.
JA “Het verwerven van systeemelementen overeenkomstig overeengekomen tijdschema’s.
NOOT Systeemelementen kunnen worden ontvangen van leveranciers of uit de voorraad worden gehaald. Systeemelementen worden behandeld in overeenstemming met toepasselijke overwegingen met betrekking tot gezondheid, veiligheid, beveiliging en privacy.” (blz. 39)
- BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.
JA “Bewijs vastleggen dat het systeemelement voldoet aan leveranciersovereenkomsten, de wetgeving en beleidslijnen van de organisatie
NOOT Dit levert objectief bewijs op dat aan de vereisten van architecturaal ontwerp is voldaan door het geïmplementeerde systeemelement. Bewijs wordt geleverd in overeenstemming met leveringsovereenkomsten, wetgeving en beleidslijnen van de organisatie.” (blz. 38)
- BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.
NEE
- BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.
JA “Systeemelementen integreren overeenkomstig toepasselijke interfacecontrolebeschrijvingen en vastgestelde assemblageprocedures, met gebruikmaking van de gespecificeerde integratiefaciliteiten.” (blz. 39)
- BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeem raakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.
JA “Een assemblagevolgorde en -strategie definiëren die systeemintegratierisico’s tot het minimum beperkt.
NOOT Deze strategie kan verificatie mogelijk maken aan de hand van een opeenvolging van steeds completere systeemelementconfiguraties. Het is afhankelijk van systeemelementbeschikbaarheid en is in overeenstemming met een strategie voor het isoleren van gebreken en het stellen van diagnoses. Een geïntegreerde configuratie omvat waar mogelijk de menselijke operators. Opeenvolgende toepassingen van het Integratieproces en het Verificatieproces, en wanneer vereist het Validatieproces, worden herhaald voor systemen op opeenvolgende niveaus totdat het doelsysteem is gerealiseerd.” (blz. 39)
- BA.05.08 Ontwikkel een integratie strategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.
JA “Een implementatiestrategie genereren.
NOOT Dit omvat implementatieprocedures, fabricageprocessen, tools en uitrusting, implementatietoleranties en onzekerheden met betrekking tot de verificatie. In het geval van herhaalde systeemelement-implementatie. bv. massaproductie, vervanging systeemelementen, worden de implementatieprocedures en fabricageprocessen gedefinieerd om consistente en herhaalbare produceerbaarheid te bereiken.” (blz. 37)

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

- BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.
- JA** “Vereisten van belanghebbenden bekendmaken
 NOOT Vereisten van belanghebbenden worden uitgedrukt in termen van de behoeften, wensen, verwachtingen en waargenomen beperkingen van geïdentificeerde belanghebbenden. Ze worden uitgedrukt in termen van een model dat tekstueel of formeel kan zijn, dat zich richt op systeemdoel en -gedrag, en dat beschreven wordt in de context van de operationele omgeving en omstandigheden. Een productkwaliteitsmodel, zoals in ISO/IEC 9128, is nuttig voor deze activiteit. Vereisten van belanghebbenden omvatten de behoeften en vereisten die door de maatschappij worden opgelegd, de beperkingen die door een kopende organisatie worden opgelegd en de vaardigheden en beperkingen van het personeel van de operator. Sluit niet gerechtvaardigde beperkingen voor een oplossing uit. Het is nuttig om bronnen te noemen, met inbegrip van aanvraagdocumenten of overeenkomsten, en, waar mogelijk, hun rechtvaardiging en reden en de aannames van belanghebbenden en de waarde die ze hechten aan tegemoetkoming aan hun vereisten. Voor de belangrijkste behoeften van belanghebbenden zijn de maten van effectiviteit gedefinieerd, zodat operationele prestaties gemeten en beoordeeld kunnen worden.” (blz. 31-32)
- BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.
- JA** “De complete set van bekendgemaakte vereisten analyseren
 NOOT De analyse omvat het identificeren en prioriteiten toekennen aan de strijdige, ontbrekende, incomplete, tweeslachtige, inconsistente, onverenigbare of niet-verifieerbare vereisten.” (blz. 33)
- BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.
NEE
- BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.
- JA** “De toepasselijke belanghebbenden op de hoogte brengen van de geanalyseerde vereisten om te waarborgen dat de behoeften en verwachtingen naar behoren zijn vastgelegd en onder woorden zijn gebracht.
 NOOT Verklaar en verkrijg overeenstemming over de voorstellen om strijdige, onpraktische en onrealiseerbare vereisten van belanghebbenden op te lossen.” (blz. 33)
- BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

NEE

PA 07: Verifieer en valideer het systeem

- BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorziening, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeemontwikkeling vaststellen.
- JA** “Een verificatieplan definiëren op basis van systeemvereisten.
 NOOT De plannen hebben betrekking op de volgorde van configuraties die gedefinieerd is in de integratie-strategie en houden, waar nodig, rekening met demontage-strategieën voor foutendiagnose. Het schema definieert doorgaans risicobeheerde verificatiestappen die het vertrouwen dat het volledig geconfigureerde product aan de eisen voldoet telkens groter maken.” (blz. 40)
 “Een validatieplan opstellen

NOOT Validatie is gebaseerd op de vereisten van belanghebbenden. Definieer, waar van toepassing, validatiestappen, bv. verschillende operationele staten, scenario's en missies die steeds meer vertrouwen geven dat het geïnstalleerde systeem voldoet aan de vereisten en ondersteun diagnoses van discrepanties. Methoden en technieken die nodig zijn om de validatie-strategie te implementeren worden gespecificeerd, evenals het doel, en de omstandigheden en conformiteitscriteria voor elke validatie. In die gevallen waarin vereisten van belanghebbenden niet uitgebreid kunnen worden gespecificeerd of regelmatig veranderen, kan herhaalde validatie van (vaak snel ontwikkelde) stappen in de systeemevolutie worden toegepast om vereisten van belanghebbenden te verfijnen en risico's te matigen bij de correcte identificatie van behoefte; in ISO 13407, bijvoorbeeld, wordt een iteratieve levenscyclus beschreven waarbij gebruikers betrokken zijn." (blz. 43)

BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen waarmee in ontwikkeling zijnde producten worden geverifieerd tegen de opgestelde criteria of eisen die opgesteld zijn in een eerdere fase

NEE

BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem- of producteisen.

NEE

BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.

NEE

BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.

JA "Bij belanghebbenden vaststellen dat hun vereisten op de juiste wijze onder woorden zijn gebracht.

NOOT Dit houdt in dat bevestigd wordt dat vereisten van belanghebbenden begrijpelijk zijn voor de bronnen van deze vereisten en dat de oplossing van strijdigheden in de vereisten de intenties van belanghebbenden niet hebben verstoord." (blz. 33)

"Er is een basis vastgesteld voor de verificatie dat aan de systeemvereisten is voldaan." (blz. 34)

"Verificatie uitvoeren om aan te tonen dat aan de gespecificeerde ontwerpvereisten is voldaan.

NOOT Wanneer niet aan de vereisten is voldaan, wordt nagegaan of er sprake is van toevallige gebreken en/of ontwerpfouten, en worden, voor zover nodig, corrigerende acties gestart. De verificatie geschiedt op een manier die in overeenstemming is met organisatorische beperkingen, zodanig dat onzekerheid wat betreft de herhaling van verificatie-acties, omstandigheden en resultaten geminimaliseerd wordt. Er worden goedgekeurde dossiers van verificatie-acties en -resultaten aangelegd." (blz. 40)

"Een validatie uitvoeren om aan te tonen dat diensten voldoen aan de vereisten van belanghebbenden" (blz. 43)

- BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.
- JA** “Infomatie over verificatie, discrepantie en corrigerende acties, analyseren, opslaan en rapporteren.
 NOOT Voer in overeenstemming met bepalingen in overeenkomsten of doelstellingen van de organisatie verificatie uit om dat deel van het systeem te isoleren dat een geval van niet-nakoming veroorzaakt. De foutendiagnose wordt toegepast tot een resolutieniveau dat in overeenstemming is met een kosten-efficiënte herstelactie, inclusief een hernieuwde verificatie na herstel van het gebrek en/of acties vanuit de organisatie voor verbetering van de kwaliteit. Verificatie-data worden verzameld, geclassificeerd en gerangschikt overeenkomstig criteria die gedefinieerd zijn in de verificatie-strategie. Hierin worden gevallen van niet-nakoming gecategoriseerd op basis van hun bron, corrigerende actie en eigenaar. De verificatiedata worden geanalyseerd om essentiële eigenschappen te ontdekken, zoals trends en patronen in gebreken, aanwijzingen voor ontwerpfouten en verwachte bedreigingen van diensten.”
 (blz. 40)
 “Validatiedata analyseren, vastleggen en rapporteren overeenkomstig criteria die gedefinieerd zijn in de validatiestrategie.
 NOOT Deze activiteit categoriseert nonconformiteiten op basis van hun bron en degene die eigenaar is van de corrigerende acties. De validatie-data worden geanalyseerd om essentiële kenmerken te ontdekken, zoals trends en patronen van gebreken, aanwijzingen voor ontwerpfouten en verwachte bedreigingen van diensten.” (blz. 43)

PA 08: Garandeer kwaliteit

- BA.08.01 Verzeker dat het gedefinieerde systems engineering proces gedurende de levenscyclus verbonden is
- NEE**
- BA.08.02 Evalueer werkproduct metingen tegen de eisen voor de kwaliteit van werkproducten.
- NEE**
- BA.08.03 Meet de kwaliteit van het systems engineering proces gebruikt bij het project.
- NEE**
- BA.08.04 Analyseer kwaliteitmetingen voor het ontwikkelen van aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteit of corrigerende handelingen indien geschikt.
- JA** “Data en maten analyseren om afwijkingen van de geplande waarden of de status vast te stellen en de juiste aanbevelingen te doen voor correcties.
 NOOT Dit omvat, waar van toepassing, statistische analyses van maten die trends aangeven, bv. foutendichtheid om de kwaliteit van outputs aan te geven, verdeling van gemeten parameters die procesherhaalbaarheid aangeven.” (blz. 24)
- BA.08.05 Verkrijg medewerking van medewerkers voor het vaststellen en melden van kwaliteitsproblemen.
- NEE**
- BA.08.06 Initieer activiteiten die zich richten op kwaliteitsproblemen of kwaliteitsverbeteringskansen.
- JA** “Het doel van het Kwaliteitsmanagementproces is waarborgen dat producten, diensten en implementaties van levenscyclusprocessen voldoen aan kwaliteitsdoelstellingen van de onderneming en tot klanttevredenheid leiden.”
 (blz. 20)

- BA.08.07 Stel een werkwijze of set van werkwijzen vast om behoeften voor corrigerend handelen t.a.v. processen of producten te ontdekken
- JA** “De corrigerende acties initiëren die nodig zijn om de doelen en outputs van projecttaken die meer afwijken dan acceptabele of vastgestelde limieten alsnog te bereiken.
- NOOT Corrigerende actie kan betekenen dat personeel, tools en projectinfrastructuurmiddelen opnieuw worden toegewezen en ingezet wanneer ontoereikendheid of onbeschikbaarheid is ontdekt.” (blz. 24)

PA 09: Configuratie management

- BA.09.01 Beslis tussen mogelijke oplossingen voor configuratie management
- JA** “Een configuratiemanagementstrategie vaststellen.
- NOOT Dit houdt in dat bevoegdheden worden vastgelegd voor het deponeren van, toegang krijgen tot, en het beheer van wijzigingen in, configuratie-items; de locaties en omstandigheden van opslag bepalen, hun omgeving en, in het geval van informatie, opslagmedia, overeenkomstig aangewezen niveaus van integriteit, veiligheid en beveiliging; de criteria of gebeurtenissen definiëren voor het beginnen met configuratiebeheer en basislijnen van zich ontwikkelende configuraties behouden en de auditstrategie en de verantwoordelijkheden bepalen voor het waarborgen van continue integriteit en veiligheid van de informatie van de configuratiedefinitie. De configuratiemanagement-activiteiten dienen in overeenstemming te zijn met de richtlijn die gegeven wordt in ISO 10007.” (blz. 28)
- BA.09.02 Stel configuratie eenheden vast die samen de hoofdlijn vormen.
- JA** “Basislijnen voor configuratie zijn vastgesteld” (blz. 28)
- “Items identificeren die onderworpen zijn aan configuratiebeheer.
- NOOT Items worden waar mogelijk onderscheiden op basis van unieke, duurzame identificatoren of markeringen. De identificatoren zijn in overeenstemming met relevante standaarden en gebruiken in de productsector, zodanig dat de items onder configuratiebeheer ondubbelzinnig traceerbaar zijn op basis van hun specificaties of equivalente, gedocumenteerde beschrijvingen.” (blz. 28)
- BA.09.03 Beheer een opslag voor werkproduct hoofdlijnen
- JA** “Informatie over configuraties bewaren met een geëigend niveau van integriteit en veiligheid.
- NOOT Dit houdt in dat rekening wordt gehouden met de aard van de items onder configuratiebeheer. Configuratiebeschrijvingen voldoen waar mogelijk aan product- of technologiestandaarden, waarborgen dat configuratie-informatie zowel voorwaarts al achterwaarts traceerbaar is naar andere configuratie-staten met vastgestelde basislijnen. De ontwikkelende configuratie-staten van configuratie-items consolideren om op vastgestelde tijden of andere bepaalde omstandigheden gedocumenteerde basislijnen te vormen. De principes achter de basislijn en de ermee verbonden bevoegdheden wat betreft gegevens van de configuratie-basislijn vastleggen. Configuratie-dossiers bijhouden gedurende de systeemlevenscyclus en deze archiveren in overeenstemming met overeenkomsten, relevante wetgeving of beste praktijken in de bedrijfstak.” (blz. 28)

- BA.09.04 Beheers veranderingen om configuratie eenheden vast te stellen
JA “Waarborgen dat veranderingen van configuratie-basislijnen naar behoren geïdentificeerd, vastgelegd, geëvalueerd, goedgekeurd, geïncorporeerd en geverifieerd worden.
 NOOT Consolideer de zich ontwikkelende configuratie-staten van configuratie-items om op vastgestelde tijden of onder bepaalde omstandigheden gedocumenteerde basislijnen te vormen. Leg de configuratiestappen vast, de reden voor de basislijn en daarmee verbonden bevoegdheden met betrekking tot gegevens van de configuratie-basislijn. Hou configuratie-dossiers bij gedurende de levenscyclus en archiveer ze overeenkomstig overeenkomsten, relevante wetgeving of beste praktijken in de bedrijfstak. Beheer het vastleggen, terugvinden en consolideren van de huidige configuratie-status en de status van alle voorgaande configuraties om de juistheid van de informatie, tijdschema's, integriteit en veiligheid te bevestigen. Voer audits uit om te verifiëren of een basislijn voldoet aan tekeningen, interfacebeheerdocumenten en andere vereisten onder een overeenkomst.” (blz. 28)
- BA.09.05 Communiceer status van configuratiedata, voorgestelde veranderingen en maak de informatie toegankelijk voor de betreffende groepen.
JA “Het leveren van periodieke statusrapporten en vereiste afwijkingenrapporten zoals aangegeven in de overeenkomst, de beleidslijnen en procedures.” (blz. 24)
 “De status van items onder configuratiemanagement beschikbaar wordt gesteld gedurende de gehele levenscyclus.” (blz. 28)
 “Informatie beschikbaar is voor aangewezen partijen” (blz. 29)
- PA 10: Manage risico's**
- BA.10.01 Ontwikkel een plan voor risicomanagementactiviteiten welke de basis is voor vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's voor de levensduur van het project
JA “De strategieën voor het aanpakken van risico's bepalen.” (blz. 27)
- BA.10.02 Stel project risico's vast door het onderzoeken van projectdoelen rekeninghoudend met alternatieven en beperkingen, en stel vast wat fout kan lopen.
JA “Een systematische benadering van het identificeren, beoordelen en aanpakken van risico's vaststellen.
 NOOT Dit omvat het vaststellen van gebeurtenissen die nadelige effecten zouden hebben op het systeem, het project of de organisatie. Het kan ook inhouden dat risicocategorieën worden vastgesteld. Binnen de kenmerken wat betreft kwaliteit, kosten, tijdplanning of techniek de methode bepalen voor het uitdrukken van risico's in geschikte termen, met inbegrip van maten, waar mogelijk.” (blz. 26)
- BA.10.03 Maak risico's toegankelijk en bepaal de kans van optreden en de consequenties van optreden.
JA “De waarschijnlijkheden en gevolgen van risico's worden gekwantificeerd.” (blz. 26)
 “De kans bepalen dat een risico zich voordoet met behulp van de vastgelegde risico-criteria.
 NOOT De criteria kunnen het volgende omvatten: de kosten die eraan verbonden zijn, wettelijke vereisten, sociaal-economische en milieuaspecten, de belangen van betrokkenen, prioriteiten en andere inputs voor de beoordeling.” (blz. 27)
- BA.10.04 Verkrijg formele erkenning van de project risicobeoordeling.
NEE

BA.10.05 Implementeer risicoverlagende handelingen.
JA “risico-optimalisering, inclusief matiging, om de negatieve gevolgen en respectieve waarschijnlijkheden te verminderen. Risico-optimalisering is afhankelijk van risico-criteria, met inbegrip van kosten en wettelijke vereisten” (blz. 27)

BA.10.06 Monitor risicoverlagende handelingen en verzeker dat de gewenste resultaten behaald worden.
JA “Hou een register van risico’s bij tijdens de levenscyclus.
 NOOT In het register is een definitie opgenomen van de huidige perceptie van risico’s en de relatie met acties voor de aanpak van risico’s en de budgetten. In dit register wordt de geschiedenis van de risico’s bijgehouden als ondersteuning bij besluiten en dit kan een uitgangspunt worden voor een zich ontwikkelend ontwerp voor toekomstige, verwante systemen.” (blz. 27)

PA 11: Monitor en beheers technische inspanningen

BA.11.01 Stuur technische prestatie in overeenstemming met technische managementplannen.

JA “Het projectonderwerp zoals vastgesteld in de overeenkomst bepalen.
 NOOT Het project omvat alle relevante activiteiten die vereist zijn om te voldoen aan criteria van bedrijfsbesluiten en het project met succes af te ronden. Een project kan verantwoordelijk zijn voor een of meer fasen in de volledige systeemlevenscyclus. Planning heeft betrekking op de juiste acties voor het in stand houden van projectplannen, het uitvoeren van beoordelingen en het leiden van het project.” (blz. 21)

BA.11.02 Traceer het werkelijke gebruik van middelen tegen de technische managementplannen.

NEE

BA.11.03 Traceer prestatie tegen de technische managementplannen.

JA “De projectvoortgang beoordelen door prestaties te meten en te controleren welke mijlpalen zijn bereikt.
 NOOT Verzamel en evalueer op geplande tijden de feitelijke of geraamde kosten van arbeid, materiaal en diensten. Vergelijk dit met vastgestelde projectprestatiepunten. Dit omvat het uitvoeren van effectiviteitsbeoordelingen om de toereikendheid van het zich ontwikkelende systeem ten opzichte van de vereisten vast te stellen. Het betekent ook dat hulpsystemen klaar moeten zijn om hun diensten te leveren wanneer dat nodig is.” (blz. 23)

BA.11.04 Bekritiseer prestatie tegen de technische managementplannen.

JA “Periodieke beoordelingen van projectkwaliteitsplannen uitvoeren.” (blz. 20)

BA.11.05 Analyseer problemen voorkomend uit het traceren en bekritisieren van de technische parameters, ter bepaling van corrigerende handelingen.

JA “De projectstatus ten opzichte van de desbetreffende projectplannen beoordelen om afwijkingen in de feitelijke en geprojecteerde kosten, tijdplanning en kwaliteit vast te stellen.” (blz. 23)

BA.11.06 Treed corrigerend op indien werkelijke resultaten afwijken van de plannen.

JA “De juiste actie wordt ondernomen als kwaliteitsdoelen niet worden bereikt.” (blz. 20)

PA 12: Plan technische inspanningen

BA.12.01 Bepaal welke middelen kritiek zijn voor het technische succes van het project.

NEE

BA.12.02 Ontwikkel schattingen voor de factoren die invloed hebben op de omvang en technische haalbaarheid van het project.

NEE

BA.12.03 Ontwikkel kostenramingen voor al de technische middelen nodig voor het project.

JA

“De projectkosten vaststellen en een budget opstellen.

NOOT De kosten zijn gebaseerd op bv. het projectschema, arbeidsramingen, infrastructurele kosten, in te kopen zaken, ramingen van ingekochte diensten en hulpsystemen, en budgetreserves voor risicomangement.” (blz. 22)

BA.12.04 Bepaal het bij het project te gebruiken technische proces

NEE

BA.12.05 Stel de technische activiteiten vast voor de totale levenscyclus van het project

NEE

BA.12.06 Definieer de specifieke processen welke de effectieve interactie met de klant en leverancier ondersteunen.

NEE

BA.12.07 Ontwikkel technische schema's voor de totale project levenscyclus.

JA

“Een projectschema vaststellen en aanhouden op basis van projectdoelstellingen en schattingen van het werk.

NOOT Dit omvat vaststelling van de duur, de onderlinge relatie tussen en de wederzijdse afhankelijkheid en de volgorde van, projectactiviteiten, mijlpalen voor de prestatie, gebruikte resources en de beoordelingen die nodig zijn voor een tijdige afronding van het project.” (blz. 22)

BA.12.08 Stel technische parameters met drempelwaarde vast, voor het project en het systeem.

NEE

BA.12.09 Gebruik de informatie verzameld in planningsactiviteiten om technische management plannen te ontwikkelen, welke als basis dienen voor het traceren van de opvallende aspecten van de project en systems engineering inspanningen.

NEE

BA.12.10 Bekritiseer de technische management plannen met alle betrokken groepen en individuen, en verkrijg groepsbetrokkenheid.

NEE

PA 13: Definieer het systems engineering proces van de organisatie

BA.13.01 Stel doelen voor het systems engineering proces van de organisatie vast vanuit de zakelijke doelen van de organisatie.

NEE

BA.13.02 Verzamel en behoud systems engineering proces data.

NEE

BA.13.03 Ontwikkel een goed gedefinieerd standaard systems engineering proces voor de organisatie.

NEE

BA.13.04 Definieer richtlijnen voor het aanpassen van de standaard systems engineering processen van de organisatie naar project gebruik voor ontwikkeling van project afgebakende processen.

NEE

PA 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie

BA.14.01 Evalueer de bestaande, door de organisatie uitgevoerde processen, om de sterktes en zwaktes te begrijpen.

NEE

BA.14.02 Plan verbeteringen voor de organisatieprocessen op basis van analysering van de invloed van potentiële verbeteringen voor het bereiken van de procesdoelen.

NEE

BA.14.03 Pas de standaard systems engineering processen van de organisatie aan

NEE

BA.14.04 Communiceer de procesverbeteringen naar bestaande projecten en naar andere betrokken groepen, indien geschikt.

NEE

PA 15: Manage assortiment ontwikkeling

BA.15.01 Bepaal de soorten aan te bieden producten

NEE

BA.15.02 Stel nieuwe producttechnologieën of ondersteunende infrastructuur vast welke de organisatie helpen bij het verkrijgen, ontwikkelen en toepassen van technologieën ten behoeve van concurrentievoordeel.

JA

“Kritische processen en nieuwe technologieën beoordelen.

NOOT Dit omvat het identificeren en evalueren van een invoeging van technologie overeenkomstig projectplannen.” (blz. 24)

BA.15.03 Voer de benodigde veranderingen in de productontwikkelingcyclus ter ondersteuning van de ontwikkeling van nieuwe producten.

NEE

BA.15.04 Garandeer dat kritieke onderdelen beschikbaar zijn om de geplande productontwikkeling te ondersteunen.

NEE

BA.15.05 Neem nieuwe technologieën op in de productontwikkeling, marketing en productie.

NEE

PA 16: Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

BA.16.01 Behoud bekendheid met de technologieën die de organisatiedoelen ondersteunen.

NEE

BA.16.02 Stel eisen vast voor de systems engineering ondersteuningsomgeving, van de organisatie, gebaseerd op de organisatiebehoeften.

JA “Het vaststellen en leveren van de ondersteuning van de infrastructuur van resources die nodig is om de vereisten van deze Internationale Norm te implementeren binnen de organisatie en projectondersteuning te bieden.” (blz. 18)

BA.16.03 Verkrijg een system engineering ondersteuningsomgeving welke voldoet aan de eisen vastgesteld in de “Stel ondersteuningseisen vast” door gebruik te maken van de activiteiten van “Analyseer Alternatieven” proces area.

JA “De toereikendheid van resources en diensten die nodig zijn om het project te voltooien wordt beoordeeld.” (blz. 23)

BA.16.04 Pas de systems engineering ondersteuningsomgeving aan op de individuele projectbehoeften.

JA “Projecten informeren over de beleidslijnen en procedures die door de onderneming worden gebruikt om de vereisten van deze standaard te implementeren.” (blz. 16)

BA.16.05 Neem nieuwe technologieën op in de systems engineering ondersteuningsomgeving gebaseerd op de zakelijke doelen en projectbehoeften van de organisatie.

NEE

BA.16.06 Behoud de systems engineering ondersteuningsomgeving voor continue ondersteuning van de daarvan afhankelijke projecten.

NEE

BA.16.07 Monitor de systems engineering ondersteuningsomgeving voor verbeteringskansen.

JA “Regelmatig de levenscyclus van het systeem dat door een project wordt gebruikt controleren.

NOOT Controleer voortdurend de geschiktheid, toereikendheid en effectiviteit van de levenscyclusmodellen die gebruikt worden door elk project en breng de juiste verbeteringen aan. Dit omvat de fasen, processen en prestatiecriteria die de voortgang door de levenscyclus sturen.” (blz. 16)

PA 17: Verschaf aanhoudende vaardigheden

- BA.17.01 Bepaal de benodigde verbeteringen in kennis en vaardigheden door de gehele organisatie, gebruik makend van de projectbehoefte, strategisch plan van de organisatie en de bestaande werknemersvaardigheden als leidraad.
- JA** “De effectiviteit van de structuur en de rollen en verantwoordelijkheden van het projectteam beoordelen.
 NOOT Dit omvat de beoordeling van de toereikendheid van de competenties van teamleden om projectrollen te vervullen en projecttaken uit te voeren. Gebruik waar mogelijk objectieve maten, bv. efficiëntie van resourcegebruik, projectprestatie.” (blz. 23)
- BA.17.02 Evalueer en selecteer de geschikte wijze voor het vergaren van kennis of vaardigheden.
- NEE**
- BA.17.03 Zorg ervoor dat de geschikte vaardigheid en kennis beschikbaar is voor de systems engineering inspanning.
- JA** “De vaardigheden van medewerkers op peil worden gehouden of verbeterd.” (blz. 18)
 “Het onderhouden en managen van de pool van medewerkers die nodig is om lopende projecten te bemannen.” (blz. 19)
- BA.17.04 Bereidt trainingsmateriaal voor gebaseerd op de vastgestelde trainingsbehoefte.
- NEE**
- BA.17.05 Train personeel voor het verkrijgen van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor de toegewezen taak.
- JA** “Het onderhouden en managen van de pool van medewerkers die nodig is om lopende projecten te bemannen.
 NOOT Dit omvat het werven, opleiden en in dienst houden van medewerkers met ervaringsniveaus en vaardigheden die noodzakelijk zijn om projecten naar behoren te bemannen; de competentie van medewerkers om levenscyclusprocessen uit te voeren; het aanbieden van training en opleidingen om hun competenties te verbeteren en hun loopbanen te ondersteunen; personeelsbeoordeling, bv. hun vakkundigheid, motivatie, vermogen om in een team te werken, en de noodzaak om opnieuw getraind te worden of een nieuwe functie te krijgen of elders te worden ingedeeld.” (blz. 19)
- BA.17.06 Beoordeel de effectiviteit van de training in het behalen van de trainingbehoefte.
- NEE**
- BA.17.07 Bewaar rapporten van trainingen en ervaringen
- NEE**
- BA.17.08 Bewaar het trainingsmateriaal in een toegankelijke opslag.
- NEE**

PA 18: Coördineer met leveranciers

BA.18.01 Bepaal de benodigde systeem componenten of diensten welke uitgevoerd moeten worden door andere/externe organisaties.

JA “Plannen van de aankoop van materialen, goederen en hulpsysteemdiensten die van buiten het project worden geleverd.

NOOT Dit omvat, voor zover nodig, plannen voor aanvragen, de selectie van leveranciers, acceptatie en contracten beheren en sluiten. De overeenkomstprocessen worden gebruikt voor de geplande acquisities.” (blz. 22)

BA.18.02 Bepaal organisaties welke expertise hebben getoond op de vastgestelde gebieden.

NEE

BA.18.03 Kies leveranciers volgens PA 1.

JA “Een leverancier selecteren.

NOOT Om concurrerende aanbiedingen te krijgen, worden voorstellen voor levering beoordeeld en vergeleken met de selectiecriteria. In die gevallen waarin voorstellen aanbiedingen omvatten die niet voldoen aan de criteria, worden de voorstellen met elkaar vergeleken om hun volgorde van geschiktheid en dus de voorkeur voor een leverancier vast te stellen. De rechtvaardiging voor de beoordeling van elk voorstel wordt bekendgemaakt en leveranciers kunnen worden geïnformeerd waarom ze wel of niet geselecteerd zijn.” (blz. 13)

BA.18.04 Lever aan de leveranciers de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit voor de organisatie van kracht zijn op de systeemcomponenten of diensten welke geleverd moeten worden.

JA “Een verzoek opstellen voor de levering van een product of service.

NOOT Geef een definitie van vereisten aan een of meer leveranciers. Indien een leverancier niet tot de organisatie behoort, kan het verzoek de bedrijfspraktijken bevatten waaraan een leverancier verwacht wordt te voldoen en de criteria voor het selecteren van een leverancier.” (blz. 13)

BA.18.05 Behoud tijds tweerichtingscommunicatie met de leverancier.

NEE

Bijlage 3.3: SE-CMM Score Pro Rail

Het document “Statement of work zonder VO” (Veldhuizen, 2006) wordt gebruikt om de SE-CMM score van Pro Rail te bepalen. Er bestaat bij Pro Rail ook een “Statement of work met VO” het verschil met het gebruikte document is dat daar een Voorovereenkomstfase in voorkomt, de SE-CMM beoordeling zal voor beide documenten overeenkomen en daarom is voor 1 document gekozen.

Na de beoordeling van het document heeft er een gesprek plaatsgevonden met Paul Brouwer (Adviseur contractzaken) van Pro Rail (Interview in Bijlage).

In dit gesprek is aangegeven dat er de overige (minder scorende) proces areas voor een groot deel in de volgende documenten beschreven worden:

- Aanbestedingsleidraad voor het Werk
- Beoordelingsprocedure voor het Werk
- Basisovereenkomst ontwerp en realisatie

Deze documenten zijn ook beoordeeld, als toevoeging op de beoordeling van het “Statment of work met VO”.

Bij de berekening van de SE-CMM score is gebruik gemaakt van de gemaakte samenvatting en vertaling van SE-CMM versie 1.1 (zie bijlage 3) en het originele SE-CMM document (Bate, 1995).

Aangezien documenten worden beoordeeld wordt niveau 1 overgeslagen en direct op getoetst of niveau 2 aanwezig is. Aangenomen wordt dat iedere Organisatie de processen impliciet op een of andere manier uitvoert en daarmee dus op niveau 1 zit.

Wanneer voor meer dan de helft van de BA's zijn beschreven wordt niveau 2 toegekend.

Na afronding van de eigen beoordeling zijn de resultaten geverifieerd door middel van een interview bij Pro Rail.

Wanneer gesteld wordt dat een BA wordt beschreven, wordt tussen aanhalingstekens een stuk uit de tekst, van de handreiking functioneel specificeren, geciteerd waaruit dit is afgeleid.

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

BA.01.01 Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen

JA “Toets op exploitatiekosten
Toets op bijzondere kosten en baten
Toets op risico's Pro Rail
Financiële toets
Overige beoordelingscriteria <indien van toepassing>” (BP, blz. 5 en 6)

BA.01.02 Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde beoordelingscriteria

JA “Variantenanalyse door middel van value engineering“

BA.01.03 Stel alternatieven vast voor evaluatie

JA “Concepten van systeemoplossingen en bijbehorende Trade-Off-Matrices” (SoW, blz 13)

BA.01.04 Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde beoordelingscriteria

JA “Vaststellen Economisch Meest Voordelige Aanbieding” (BP, blz. 6)

BA.01.05 Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria
JA “Gedurende alle fasen van de aanbestedingsprocedure dient de Gegadigde Trade-Off-Matrices in voor ontwerpkeuzes indien:
 - Kritische risico’s verbonden zijn aan te kiezen varianten, zoals bedoeld in 7.1
 - Het financieel of functioneel te overwegen is eisen gesteld in document 01 – Eisenspecificatie of de bindende documenten ter discussie te stellen.”
 “De gegadigde wiens aanbieding wordt beoordeeld als de economisch meest voordelige (laagste evaluatieprijs) komt in principe in aanmerking voor gunning (onder voorbehoud van eventuele opschortende voorwaarden zoals opgenomen in de overeenkomst)” (BP, blz. 7)

BA.01.06 Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de rangschikking vast
JA “De aanbiedingen worden gerangschikt op basis van de (definitieve) evaluatieprijzen (van laag naar hoog).” (BP, blz. 6)

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

BA.02.01 Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften.

NEE

BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.

NEE

BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).

NEE

BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit

NEE

BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten
JA “Benoemen van interface-eisen.”

BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.

NEE

BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie

NEE

BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.

NEE

BA.02.09 Leg systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.

JA “Appendix 5 - Format Eisen-Controle-Matrix”

Specificatie	Eisen	Voldoet bij oplevering	Ontheffing of wijziging	Fase van aantonen	Referentie aantonen eis
Document 01 - Eisenspecificatie	1	- Ja - ja, afgeleide eisen	<Beschrijving>	<NTB>	<Document>
	1.1				
	1.2				
	1.3				
	1.4				
	1.1.1				
	1.1.2				
	<NTB>				
Subsysteem-specificatie 1	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				
Subsysteem-specificatie 2	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				
Subsysteem-specificatie n	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				
Component-specificatie 1	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				
Component-specificatie 1	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				
Component-specificatie 1	<NTB>				
	<NTB>				
	<NTB>				

PA 03: Ontwikkel de systeemarchitectuur

BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur

JA “*Designspecificaties*

Een designspecificatie bevat voor ieder onderdeel van de SBS:

- Alle eisen die gesteld worden aan de functionaliteit van het betreffende onderdeel.
- Alle eisen die van belang zijn voor de realisatie van het betreffende onderdeel.
- Alle interface-eisen tussen het betreffende onderdeel en de rest van het systeem.
- Alle eisen die vergunningverlenende partijen overige recht- en belanghebbenden stellen.
- Alle eisen die benodigd zijn om te voldoen aan de gewenste RAMS prestatie.”

BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen

NEE

BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.

NEE

BA.03.04 Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten
JA “- De interfaces tussen onderdelen van de SBS dienen beheerst te worden door het afleiden van interface-eisen en het voldoen aan deze eisen (ontwerpintegratie). Hiertoe kan een format gebruikt worden zoals opgenomen in appendix 2.

- De Opdrachtnemer dient de raakvlakken tussen de objecten te beheersen, zodanig dat de onderdelen fysiek en functioneel op elkaar aansluiten.”

BA.03.05 Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.

JA “Het opstellen van designspecificaties voor alle onderdelen van de SBS dient te geschieden conform een soortgelijk proces zoals is weergegeven in de onderstaande figuur.”

BA.03.06 Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.

NEE

BA.03.07 Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.

NEE

BA.03.08 Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.

NEE

PA 04: Integreer disciplines

BA.04.01 Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.

NEE

BA.04.02 Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines.

NEE

BA.04.03 Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie

NEE

BA.04.04 Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.

NEE

BA.04.05 Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.

NEE

BA.04.06 Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.

NEE

PA 05: Integreer systemen

BA.05.01 Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.

NEE

BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.

JA

“Het coördineren van werkzaamheden aan kabels en leidingen derden indien uitgevoerd door of namens deze derden.”

BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.

NEE

BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.

NEE

BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.

NEE

BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.

NEE

BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeem raakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.

NEE

BA.05.08 Ontwikkel een integratie strategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.

JA “Het implementeren van het raakvlakmanagementplan”

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

JA “Overleg met Pro Rail over producteisen.”

BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.

NEE

BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.

NEE

BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.

NEE

BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

JA “Het tweewekelijks rapporteren over de voortgang van aanpassing aan Pro Rail.”
 “Rapporteren van afwijkingen aan het realisatieteam Opdrachtnemer.”
 “Gedurende de realisatiefase van <Werknaam werk> zal interactie met Pro Rail nodig zijn om informatie uit te wisselen over voortgang, afstemming over afwijkingen, te accepteren documenten en coördinatie van werkzaamheden met betrekking tot interne raakvlakken.”
 “Iedere 3 maanden een geactualiseerd risicodossier.”

PA 07: Verifieer en valideer het systeem

BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorzieningen, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeem ontwikkeling vaststellen.

JA “Pro Rail wenst dat alle ontwerpen geverifieerd worden aan de eisen op basis waarvan deze zijn opgesteld.”
 “Opstellen verificatieplannen per onderdeel van de SBS.”

- BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen aan de hand waarvan producten worden geverifieerd tegen opgestelde criteria of eisen die zijn opgesteld in een eerdere fase.
- JA** “Een geactualiseerde Eisen-Controle-Matrix conform de format zoals opgenomen in appendix 5.” (SoW, blz. 13)
 “Pro Rail eist dat alle gerealiseerde objecten worden gekeurd cq getest op het voldoen aan de ontwerpdocumenten opgesteld door de Gegadigde/Opdrachtnemer. Door middel van deze keuringen en testen ontstaat zekerheid dat fysieke realisatie van <Werknaam werk> in zijn life-cycle gaat voldoen aan de gestelde eisen.”
- BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem- of producteisen.
- JA** “Gedurende alle ontwerpfasen dienen verificatieplannen te worden opgesteld met daarin beschreven hoe wordt omgegaan met verificatie in termen van ondermeer:
- Wijze van verifiëren.
 - Toetsen van compleetheid en juistheid van specificaties.
 - Frequentie van verifiëren.
 - Deskundigheid en bevoegdheden”
- “Keuringen en keuringsmethoden opgenomen in de keuringsmatrix conform de format in appendix 11 zijn bindend.”
- BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.
- JA** “Overleggen en afstemmen met ProRail over producteisen.”
- BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.
- JA** “Verifiëren van ontwerpdocumenten.”
 “Alle gerealiseerde objecten dienen gekeurd te worden ten opzichte van de eisen in de specificaties en ontwerpdocumenten op basis waarvan deze objecten zijn gerealiseerd.”
 “Ontwerpen gekoppeld aan de SBS dienen na iedere decompositie bottom-up gevalideerd te worden om vast te stellen dat het totale ontwerp voldoet aan de door Pro Rail gewenste tijdelijke en definitieve situatie.”
- BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.
- JA** “Na afloop van de Realisatiefase dienen alle benodigde objecten gebouwd te zijn die tezamen voldoen aan de eisen en bindende documenten zoals benoemd document 01 – Eisenspecificatie van de Vraagspecificatie.”

PA 08: Garandeer kwaliteit

BA.08.01 Verzeker dat het gedefinieerde systems engineering proces gedurende de levenscyclus verbonden is

JA “- Kwaliteitsmanagement dient te waarborgen dat de bepalingen in dit Statement of Work correct worden geïmplementeerd en nageleefd.
 - Kwaliteitsmanagement dient te worden vastgelegd in een Projectkwaliteitsplan (PKP).
 - Kwaliteitsmanagement dient gebaseerd te zijn op het gecertificeerde kwaliteitssysteem van de Gegadigde/Opdrachtnemer.”

BA.08.02 Evalueer werkproduct metingen tegen de eisen voor de kwaliteit van werkproducten.

NEE

BA.08.03 Meet de kwaliteit van het systems engineering proces gebruikt bij het project.

JA “Uitvoeren van toetsen op systeem, processen en producten in het kader van ontwerp en realisatie van <Werknaam werk>.”
 “Steekproefsgewijs dienen toetsen te worden uitgevoerd op:
 - Naleving en effectiviteit van de procedures opgenomen in het PKP.
 - Naleving van proces en producteisen in dit document 02 – Statement of Work.
 - Producttoetsen om vast te stellen of de werkwijze van de Opdrachtnemer tot de correcte resultaten leidt.”

BA.08.04 Analyseer kwaliteitmetingen voor het ontwikkelen van aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteit of corrigerende handelingen indien geschikt.

JA “Afwijkingen ten opzichte van de door de ProRail gewenste wijze van het uitvoeren van activiteiten en afwijkingen van <Werknaam werk> ten opzichte van document 01 – Eisenspecificatie dienen gemeld en hersteld te worden.”
 (SoW, blz. 81)

BA.08.05 Verkrijg medewerking van medewerkers voor het vaststellen en melden van kwaliteitsproblemen.

JA “Een onafhankelijk bevoegd persoon welke voor de ProRail aanspreekbaar is voor kwaliteitsmanagementactiviteiten.”

BA.08.06 Initieer activiteiten die zich richten op kwaliteitsproblemen of kwaliteitsverbeteringskansen.

JA “Op basis van de toetsresultaten dienen verbetermaatregelen te worden geïmplementeerd als daarmee de kans op afwijkingen kan worden gereduceerd.”

BA.08.07 Stel een werkwijze of set van werkwijzen vast om behoeften voor corrigerend handelen t.a.v. processen of producten te ontdekken

JA “- De resultaten van de toetsen en de genomen maatregelen dienen te worden vastgelegd in een kwaliteitsdossier.”

PA 09: Configuratie management

BA.09.01 Beslis tussen mogelijke oplossingen voor configuratie management

NEE

BA.09.02
 JA

 Stel configuratie eenheden vast die samen de hoofdlijn vormen.
 “Configuratie-identificatie

- De Opdrachtnemer dient een Document-Breakdown-Structure (DBS) op te stellen.
- De DBS dient hiërarchisch te worden opgebouwd uit configuratie-items.
- De configuratie-items dienen te worden voorzien van een heldere en complete beschrijving. Elk configuratie-item omvat minimaal:
 - titel
 - type configuratiedocument
 - een uniek identificatienummer
 - status
 - versienummer
 - datum
- De output van een werkpakket dient te herleiden zijn tot een configuratie-item uit de DBS.”

 BA.09.03
 JA

Beheer een opslag voor werkproduct hoofdlijnen

“De configuratie dient actueel te worden gehouden.

De documenten met status definitief dienen onder een configuratiemanager te vallen die de configuratie bewaakt”

 “**Van toepassing zijnde documenten**
Bindende documenten

Aan eisen gesteld in deze document dient voldaan te worden tenzij uit de hiërarchie van de bindende documenten het tegendeel volgt.

Titel	Code	Versie	Organisatie
<Projectspecifiek invullen>			

Informatieve documenten

Deze documenten bevat informatie die gebruikt mag worden voor ontwerp en realisatie van <Werknaam werk>.

Titel	Code	Versie	Organisatie
<Projectspecifiek invullen>			

- BA.09.04 Beheers veranderingen om configuratie eenheden vast te stellen
JA “- De Opdrachtnemer dient een interne wijzigingsprocedure te hebben, waarin duidelijk is welke persoon of personen autorisatie mogen verlenen voor wijzigingen.
 - De Opdrachtnemer dient de impact van wijzigingen aan de configuratie vast te laten stellen door alle relevante deskundigen.”
 “Verzoeken tot wijziging dienen conform de format opgenomen in de aanbestedingsleidraad te worden opgesteld.”
- BA.09.05 Communiceer status van configuratiedata, voorgestelde veranderingen en maak de informatie toegankelijk voor de betreffende groepen.
JA “Iedere 4 weken dient een configuratiestatusoverzicht te worden gegenereerd”

PA 10: Manage risico's

- BA.10.01 Ontwikkel een plan voor risicomanagementactiviteiten welke de basis is voor vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's voor de levensduur van het project
JA “Risicomanagement is voor ProRail een onmisbaar instrument voor een succesvol project”
“Risicomanagementplan
 Een risicomanagementplan beschrijft de wijze waarop risicomanagement zal worden geïmplementeerd en uitgevoerd. Duidelijk dient te zijn:
 - Op welke wijze risicomanagement wordt uitgevoerd.
 - Hoe risicomanagement in de organisatie wordt opgenomen.
 - Hoe de relatie tussen risicomanagement, kwaliteitsborging en veiligheidsmanagement gewaarborgd wordt.”
- BA.10.02 Stel project risico's vast door het onderzoeken van projectdoelen rekeninghoudend met alternatieven en beperkingen, en stel vast wat fout kan lopen.
JA “Vaststellen risicocontouren
 - Op basis van de gekozen wijze van realisatie maakt Opdrachtnemer een uitgebreide risicoanalyse van de invloed van de werkzaamheden op de omgeving (binnen en buiten systeemgrenzen).
 - Opdrachtnemer legt de risicocontouren vast, dat wil zeggen een grenslijn waarbinnen alle mogelijke eigenschappen van ProRail en derden fysiek beïnvloedt kunnen worden door de realisatie.”
 “Opstellen risicoanalyses gedurende alle fasen (aanbesteding t/m realisatie).”

BA.10.03 Maak risico's toegankelijk en bepaal de kans van optreden en de consequenties van optreden.

JA "Bij de risicobepaling met foutenboomanalyse dient gebruik te worden gemaakt van de onderstaande kwantificeringstabellen."

Categorie	Beschrijving	Frequentie
Frequent	Doet zich waarschijnlijk vaak voor. Het gevaar is voortdurend aanwezig.	Door Gegadigde/Opdrachtnemer vast te stellen in lijn met wet en regelgeving
Waarschijnlijk	De gevaarlijke gebeurtenis doet zich naar verwachting vaak voor.	
Incidenteel	Gebeurt waarschijnlijk verscheidene malen. De gevaarlijke gebeurtenis zal zich naar verwachting verschillende malen voordoen.	
Weinig voorkomend	Gebeurt waarschijnlijk soms in de levenscyclus van het systeem. De gevaarlijke gebeurtenis is redelijkerwijs te verwachten.	
Onwaarschijnlijk	Onwaarschijnlijk dat het gebeurt, maar mogelijk. Aan te nemen valt dat de gevaarlijke gebeurtenis zich bij uitzondering voordoet.	
Onvoorstelbaar	Uiterst onwaarschijnlijk dat het gebeurt. Aan te nemen valt dat de gevaarlijke gebeurtenis zich waarschijnlijk niet voordoet.	

Mate van ernst	Gevolgen voor personen of de omgeving	Gevolgen voor de exploitatie
Catastrofaal	Dodelijke ongelukken en/of meerdere ernstige verwondingen en/of schade aan de omgeving.	Verlies van een belangrijk systeem
Kritiek	Eén dodelijk ongeluk en/of ernstig letsel en/of grote schade aan de omgeving.	Verlies van een belangrijk systeem
Marginaal	Lichte verwonding en/of ernstige bedreiging voor de omgeving.	Ernstige schade aan een systeem
Onbelangrijk	Mogelijk lichte verwonding	Geringe beschadiging aan een systeem

Frequentie van een gevaarlijke gebeurtenis	Risiconiveaus			
	Frequent	Ongewenst	Ontoelaatbaar	Ontoelaatbaar
Waarschijnlijk	Toelaatbaar	Ongewenst	Ontoelaatbaar	Ontoelaatbaar
Incidenteel	Toelaatbaar	Ongewenst	Ongewenst	Ontoelaatbaar
Weinig voorkomend	Verwaarloosbaar	Toelaatbaar	Ongewenst	Ongewenst
Onwaarschijnlijk	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Toelaatbaar	Toelaatbaar
Onvoorstelbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar
	Onbelangrijk	Marginaal	Kritiek	Catastrofaal
	Ernst van de gevolgen van een gevaar			

"Een risico in het ontwerp is gedefinieerd als de kans dat niet voldaan zal worden aan een gestelde eis vermenigvuldigd met het mogelijk gevolg."

BA.10.04 Verkrijg formele erkenning van de project risicobeoordeling.

JA "Risicomangement vind plaats in samenwerking met ProRail: ProRail benoemt eveneens risico's en mogelijke beheersmaatregelen, daar waar deze risico's boven de kritische grens vallen is de bijdrage van ProRail bindend."

BA.10.05 Implementeer risicoverlagende handelingen.

JA "In het ontwerp dienen maatregelen genomen te worden zodanig dat:
- Het risiconiveau van mogelijke gebeurtenissen tenminste is teruggebracht tot toelaatbaar niveau."

"Indien risico's zijn verbonden aan een werkpakket dienen beheersmaatregelen benoemd te zijn bij de input van een werkpakket (zoals bijvoorbeeld werkplannen cq. werkinstructies)."

- BA.10.06 Monitor risicoverlagende handelingen en verzeker dat de gewenste resultaten behaald worden.
- JA “Monitoren
- Een onafhankelijk gecertificeerd bureau dient in objecten (waaronder gebouwen en kunstwerken) binnen de risicocontouren hoogtebouten en trillingsmeters aan te brengen zodat de betreffende objecten kunnen worden gemonitord.
 - Vóór het moment van het plaatsen van hoogtebouten en/of trillingsmeters dient toestemming te zijn verkregen van de rechthebbende. De rechthebbende dient bij het plaatsen aanwezig te zijn.
 - Opdrachtnemer monitord de gevolgen van de werkzaamheden op objecten en neemt schadevoorkomende maatregelen indien noodzakelijk.”
- (SoW, blz. 49)”

PA 11: Monitor en beheers technische inspanningen

- BA.11.01 Stuur technische prestatie in overeenstemming met technische managementplannen.
- NEE**
- BA.11.02 Traceer het werkelijke gebruik van middelen tegen de technische managementplannen.
- NEE**
- BA.11.03 Traceer prestatie tegen de technische managementplannen.
- NEE**
- BA.11.04 Bekritiseer prestatie tegen de technische managementplannen.
- NEE**
- BA.11.05 Analyseer problemen voorkomend uit het traceren en bekritisieren van de technische parameters, ter bepaling van corrigerende handelingen.
- NEE**
- BA.11.06 Treed corrigerend op indien werkelijke resultaten afwijken van de plannen.
- NEE**

PA 12: Plan technische inspanningen

- BA.12.01 Bepaal welke middelen kritiek zijn voor het technische succes van het project.
- JA “In plannings dient het kritieke pad inzichtelijk te zijn” (SoW, blz. 75)
- BA.12.02 Ontwikkel schattingen voor de factoren die invloed hebben op de omvang en technische haalbaarheid van het project.
- NEE**
- BA.12.03 Ontwikkel kostenramingen voor al de technische middelen nodig voor het project.
- JA “- Opstellen begrotingen per fase.
 - Opstellen inschrijfbiljetten.
 - Opstellen detailbegrotingen en termijnstaten.
 - Kostenadministratie bijhouden in het kader van het ‘Samenwerkingsprincipe’
 - Opstellen prijscorrectievoorstellen op basis van de indexeringsregeling.”

- BA.12.04 Bepaal het bij het project te gebruiken technische proces
NEE
- BA.12.05 Stel de technische activiteiten vast voor de totale levenscyclus van het project
JA “De WBS is een hiërarchische opdeling van alle benodigde activiteiten voor ontwerp en realisatie van <Werknaam werk>.” (SoW, blz. 67)
- BA.12.06 Definieer de specifieke processen welke de effectieve interactie met de klant en leverancier ondersteunen.
NEE
- BA.12.07 Ontwikkel technische schema’s voor de totale project levenscyclus.
JA “- Opstellen van contractplanningen per fase.
 - Opstellen van detailplanningen ten behoeve van de realisatiefase.
 - Opstellen van detailplanningen in geval van buitendienststellingen.
 - Naleven, beheersen en actualiseren van planningen.”
- BA.12.08 Stel technische parameters met drempelwaarde vast, voor het project en het systeem.
NEE
- BA.12.09 Gebruik de informatie verzameld in planningsactiviteiten om technische management plannen te ontwikkelen, welke als basis dienen voor het traceren van de opvallende aspecten van de project en systems engineering inspanningen.
JA “Opdrachtnemer dient de WBS als leidraad te gebruiken voor het totale management van de werkzaamheden en verantwoordelijken per werkpakket te benoemen.” (SoW, blz. 67)
- BA.12.10 Bekritiseer de technische management plannen met alle betrokken groepen en individuen, en verkrijg groepsbetrokkenheid.
JA “De detailplanning dient te worden onderworpen aan een probabilistische beschouwing. De resultaten dienen te worden geconcretiseerd als een overschrijdingskans op de in de planning genoemde mijlpalen” (SoW, blz. 76)

PA 13: Definieer het systems engineering proces van de organisatie

- BA.13.01 Stel doelen voor het systems engineering proces van de organisatie vast vanuit de zakelijke doelen van de organisatie.
NEE
- BA.13.02 Verzamel en behoud systems engineering proces data.
NEE
- BA.13.03 Ontwikkel een goed gedefinieerd standaard systems engineering proces voor de organisatie.
NEE
- BA.13.04 Definieer richtlijnen voor het aanpassen van de standaard systems engineering processen van de organisatie naar project gebruik voor ontwikkeling van project afgebakende processen.
NEE

PA 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie

BA.14.01 Evalueer de bestaande, door de organisatie uitgevoerde processen, om de sterktes en zwaktes te begrijpen.

NEE

BA.14.02 Plan verbeteringen voor de organisatieprocessen op basis van analysering van de invloed van potentiële verbeteringen voor het bereiken van de procesdoelen.

NEE

BA.14.03 Pas de standaard systems engineering processen van de organisatie aan

NEE

BA.14.04 Communiceer de procesverbeteringen naar bestaande projecten en naar andere betrokken groepen, indien geschikt.

NEE

PA 15: Manage assortiment ontwikkeling

BA.15.01 Bepaal de soorten aan te bieden producten

NEE

BA.15.02 Stel nieuwe producttechnologieën of ondersteunende infrastructuur vast welke de organisatie helpen bij het verkrijgen, ontwikkelen en toepassen van technologieën ten behoeve van concurrentievoordeel.

NEE

BA.15.03 Voer de benodigde veranderingen in de productontwikkelingcyclus ter ondersteuning van de ontwikkeling van nieuwe producten.

NEE

BA.15.04 Garandeer dat kritieke onderdelen beschikbaar zijn om de geplande productontwikkeling te ondersteunen.

NEE

BA.15.05 Neem nieuwe technologieën op in de productontwikkeling, marketing en productie.

NEE

PA 16: Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

BA.16.01 Behoud bekendheid met de technologieën die de organisatiedoelen ondersteunen.

NEE

BA.16.02 Stel eisen vast voor de systems engineering ondersteuningsomgeving, van de organisatie, gebaseerd op de organisatiebehoeften.

NEE

BA.16.03 Verkrijg een system engineering ondersteuningsomgeving welke voldoet aan de eisen vastgesteld in de “Stel ondersteuningseisen vast” door gebruik te maken van de activiteiten van “Analyseer Alternatieven” proces area.

NEE

BA.16.04 Pas de systems engineering ondersteuningsomgeving aan op de individuele projectbehoeften.

NEE

BA.16.05 Neem nieuwe technologieën op in de systems engineering ondersteuningsomgeving gebaseerd op de zakelijke doelen en projectbehoeften van de organisatie.

NEE

BA.16.06 Behoud de systems engineering ondersteuningsomgeving voor continue ondersteuning van de daarvan afhankelijke projecten.

NEE

BA.16.07 Monitor de systems engineering ondersteuningsomgeving voor verbeteringskansen.

NEE

PA 17: Verschaf aanhoudende kennis en vaardigheden

BA.17.01 Bepaal de benodigde verbeteringen in kennis en vaardigheden door de gehele organisatie, gebruik makend van de projectbehoeften, strategisch plan van de organisatie en de bestaande werknemersvaardigheden als leidraad.

JA “Het monitoren van de kwaliteiten van betrokkenen en zonodig vervangen van medewerkers om de correcte uitvoering van de WBS te garanderen”

BA.17.02 Evalueer en selecteer de geschikte wijze voor het vergaren van kennis of vaardigheden.

NEE

BA.17.03 Zorg ervoor dat de geschikte vaardigheid en kennis beschikbaar is voor de systems engineering inspanning.

JA “- Het bemensen van het Werk met personen die beschikken over de juiste kwaliteiten.

- Het benoemen van de juiste werkpakketmanagers”

“De OBS 2 dient aan te tonen dat sleutelfunctionarissen de juiste kwalificaties, functietoewijzing, verantwoordelijkheden en bevoegdheden hebben voor het uitvoeren van de WBS.”

BA.17.04 Bereidt trainingsmateriaal voor gebaseerd op de vastgestelde trainingsbehoefte.

NEE

BA.17.05 Train personeel voor het verkrijgen van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor de toegewezen taak.

NEE

BA.17.06 Beoordeel de effectiviteit van de training in het behalen van de trainingbehoefte.

NEE

BA.17.07 Bewaar rapporten van trainingen en ervaringen
NEE

BA.17.08 Bewaar het trainingsmateriaal in een toegankelijke opslag.
NEE

PA 18: Coördineer met leveranciers

BA.18.01 Bepaal de benodigde systeem componenten of diensten welke uitgevoerd moeten worden door andere/externe organisaties.
NEE

BA.18.02 Bepaal organisaties welke expertise hebben getoond op de vastgestelde gebieden.
NEE

BA.18.03 Kies leveranciers volgens PA 1.
JA
“Inkoopplan
 Het inkoopplan dient te beschrijven hoe Opdrachtnemer zorg zal gaan dragen voor het correct inkopen van bouwstoffen en installaties. Tenminste dient aandacht besteed te worden aan:
 - Specificatiebewaking.
 - Garantieverklaringen.
 - Afnameprotocollen en keuringen.
 - Planningsbewaking.
 - Expediting.”

BA.18.04 Lever aan de leveranciers de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit voor de organisatie van kracht zijn op de systeemcomponenten of diensten welke geleverd moeten worden.
JA
 “Coördineren met beheerders K&L leidingen om aanpassing conform afspraak te laten plaatsvinden.”
 “Het PKP dient te beschrijven hoe het naleven van de bepalingen in dit document 02 – Statement of Work door onderaannemers en toeleveranciers wordt beheerst.”

BA.18.05 Behoud tijdens tweerichtingscommunicatie met de leverancier.
JA
 “Coördineren met beheerders K&L leidingen om aanpassing conform afspraak te laten plaatsvinden”
 “ProRail hecht sterk waarde aan het gecoördineerd uitvoeren van deze werkzaamheden naar tijd en plaats zodat iedere Opdrachtnemer van ProRail in staat is de verstrekte opdracht naar wens uit te voeren

Bijlage 4: SE-CMM Score BAM N50

De score is gebaseerd op gesprekken met de betrokkenen, documenten die zijn voortgekomen uit het project (zoals het projectmanagementplan, projectkwaliteitsplan e.d.) en documenten over de processen die zijn vastgelegd voor de organisatie (zoals het KAM-Handboek). Voor de beoordeling is gekeken of de basis activiteiten (BA's) van de Proces Areas (PA's) expliciet worden beschreven in de stukken (niveau 2), daarnaast is gekeken of de BA's impliciet zijn gebeurd (niveau 1). Wanneer voor meer dan de helft van de BA's impliciet zijn gebeurd, kan niveau 1 worden toegekend. Wanneer een PA gemiddeld boven de 1,5 scoort kan niveau 2 worden toegekend.

De expliciet beschreven BA's worden aangegeven met **vet** gedrukte "JA", de impliciet uitgevoerde BA's worden aangegeven met ja tussen haakjes (JA).

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

- BA.01.01 Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen
(JA) Meestal wordt gekeken naar laagste kostprijs, voor de N50 is ook gekeken naar planning (tijd) omdat dit bij gunning (EMVI) meetelde. Binnen de organisatie is hier geen standaard methode voor.
- BA.01.02 Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde
(JA) beoordelingscriteria
De alternatieven zijn doorberekend, waarbij de snellere realisatie tijd is doorberekend op kosten en opbrengsten (prijs) en vervolgens is gekeken welk alternatief het meest voordelig is.
- BA.01.03 Stel alternatieven vast voor evaluatie
(JA) Individuele inbreng van werknemers, zorgt veelal dat er alternatieven worden gegenereerd, ontworpen en vervolgens doorberekend. Dit is geen standaard proces binnen de organisatie.
- BA.01.04 Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde
(JA) beoordelingscriteria
De alternatieven worden gegenereerd en ontworpen en vervolgens doorberekend om te zien of ze aan de eisen voldoen. (Roel)
- BA.01.05 Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria
(JA) Het meest voordelige alternatief is geselecteerd.
- BA.01.06 Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de
(JA) rangschikking vast
In Calculatiemap wordt de rangschikking van alternatieven vastgelegd.

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

- BA.02.01 Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het
(JA) systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften.
Impliciet wordt hier rekening mee gehouden, er wordt bijvoorbeeld gekeken naar de actoren.

- BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.
 (JA) Voor ieder project gebeurt dit impliciet
- BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).
 JA “Eisen per subsysteem onderverdeeld” (Eisenmatrix)
- BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit
 JA “Het ontwerp wordt uitgewerkt in ontwerpnota’s. De indeling van de ontwerpnota’s is als volgt gekozen:
- specificatie / ontwerpbasis per object/element bestaande uit:
 - Eisen uit het contract + nota’s + afwijkingen
 - Eisen van derden
 - Eisen uit vergunningen
 - Eisen uit raakvlakken
 - Eisen vanuit de uitvoering
 - Bindende documenten
 - Informatieve documenten
 - Normen & richtlijnen
 - Overige basisinformatie, uitgangspunten en aannames
 - Uitwerking van het ontwerp per object/element
 - Beheer en onderhoudsanalyse per object/element
 - Kritisch geachte omgevingsobjecten per object/element
- In de ontwerpnota wordt vervolgens opgenomen hoe bij de uitwerking van het ontwerp is voldaan aan de eisen uit de specificatie / ontwerpbasis.”
 (DKP-Ontwerp, 8)
- BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten
 JA “Raakvlakken met en tussen verschillende objecten worden als risico in kaart gebracht en vastgelegd in Risicodossier.
 Het betreft hier zowel raakvlakken
- binnen de ontwerpscope van het project [d.w.z. incl. onderaannemers / leveranciers] als
 - raakvlakken met overige partijen [waaronder omgevingseisen / vergunningen], worden besproken binnen de informele en formele overlegstructuur.” (DKP-ontwerp, 11)
- “Externe raakvlakeisen” (Eisen-matrix)
- BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.
 JA “Eisen per onderdeel” (Verificatieplan)

- BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie
 (JA) Wordt impliciet wel gekeken of er “vreemde” eisen tussen zitten, maar er wordt bijvoorbeeld niet per eis gekeken of deze SMART is
- BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.
 JA Per eis in de eisenboom is de volgende informatie opgenomen:
- een unieke identificatie
 - een omschrijving/formulering
 - een verwijzing naar de bovenliggende eis
 - bron
- (DKP-ontwerp, 6)
- BA.02.09 Leg systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.
 JA “Het DKP-ontwerp is een hulpmiddel om het ontwerpproces op beheersbare wijze uit te voeren. Hierin staat o.a. het identificeren van objecten en deze vastleggen in de objectenboom en het bijhouden en aanvullen van de eisenboom met eisen uit afwijkingen raakvlakdossier, vergunningen, de uitvoering en derden. “
 “Per eis in de eisenboom is de volgende informatie opgenomen:
- een unieke identificatie
 - een omschrijving/formulering
 - een verwijzing naar de bovenliggende eis
 - bron” (DKP-Ontwerp, 6)

PA 03: Ontwikkel de systeemarchitectuur

- BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur
 JA “Alle geïdentificeerde objecten worden vastgelegd in een de Objectenboom, ook wel System Breakdown Structure [SBS] genoemd. Aan de verschillende objecten worden de bijbehorende eisen uit de eisenboom gekoppeld. Tezamen met de volgende informatie vormen zij de input (ontwerpbasis) van het ontwerpproces:
- De raakvlakken van het betreffende object met andere objecten en omgeving (eventueel in een aparte raakvlakspecificatie).
 - Relevante Vergunningsvoorwaarden die van toepassing zijn op (de uitvoering van) het betreffende object.
 - Bindende en Informatieve documenten die van toepassing zijn op het betreffende object en ook de van toepassing zijnde normen en richtlijnen.”
- (DKP-Ontwerp, 7)
- BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen
 (JA) Impliciet zal dit door de ontwerper worden gedaan
- BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.
 (JA) Keuze wordt impliciet gemaakt

- BA.03.04
JA Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten “Raakvlakken worden onderkend, afgestemd en bewaakt d.m.v. het uitvoeringsoverleg conform het vergaderschema en worden in notulen en in het raakvlakdossier vastgelegd. De Ontwerptechnische raakvlakken in de te bouwen constructie worden extra beheerst in de raakvlakmatrix Indien raakvlakken een potentieel risico zijn worden ze opgenomen in het risicoregister.” (PMP, 29)
- BA.03.05
JA Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.
 “Alle geïdentificeerde objecten worden vastgelegd in een de Objectenboom, ook wel System Breakdown Structure [SBS] genoemd. Aan de verschillende objecten worden de bijbehorende eisen uit de eisenboom gekoppeld. Tezamen met de volgende informatie vormen zij de input (ontwerpbasis) van het ontwerpproces:
- De raakvlakken van het betreffende object met andere objecten en omgeving (eventueel in een aparte raakvlakspecificatie).
 - Relevante Vergunningsvoorwaarden die van toepassing zijn op (de uitvoering van) het betreffende object.
 - Bindende en Informatieve documenten die van toepassing zijn op het betreffende object en ook de van toepassing zijnde normen en richtlijnen.” (DKP-Ontwerp, 7)
- BA.03.06
JA Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.
 In het verificatieplan (bijlage van PKP) staan de eisen met onder- en bovenliggende eis vermeld.
- BA.03.07
JA Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.
 Gebeurt door het opstellen van een objectenboom, een raakvlakkenmatrix en een eisenboom.
- BA.03.08
NEE Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.
Bij het project Nijverdal (van BAM Combinatie) is dit wel gedaan.

PA 04: Integreer disciplines

- BA.04.01
 (JA) Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.
 Eerst wordt gekeken wat het werk grofweg inhoud, daarbij wordt gekeken welke soort werk de hoofdmoot vormt, en het geschikte BAM onderdeel voor deze hoofdmoot neemt de leiding van het project, bij N50 BAM-O. De overige combinatieleden worden uit de verschillende BAM onderdelen of dochters gekozen op basis van geschiktheid voor de werkonderdelen. (Roel)

- BA.04.02
(JA) Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines.
Bij de N50 is er voor gekozen om op locatie te ontwerpen, dit ter bevordering van overleg en samenwerking tussen ontwerp en uitvoering. Door het op locatie werken krijgt het ontwerpteam meer betrokkenheid en gevoel bij het werk en krijgen ze sneller feedback van de uitvoering. (Roel)
- BA.04.03
JA Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie
Coördinatie van het ontwerp en bewaking van de voortgang zal worden uitgevoerd door de Ontwerpcoördinator. (DKP-ontwerp)
- BA.04.04
(JA) Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.
Impliciet gebeurt, geen vastgelegde methode.
- BA.04.05
JA Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.
“Overlegstructuur
De Combinatie onderkent vier doelen van vergaderingen:
informerende: kennis verhogen, stimuleren en uitleggen;
besluiten: beleid vaststellen op basis van aanwezige / voorbereide informatie;
sturen: doelen stellen, afspraken maken over tijd en kwaliteit van product;
rapporteren: verantwoording afleggen over doelstellingen.
- De diverse soorten overleg, evenals de agenda en verslaglegging vinden plaats volgens het vergaderschema welke als aanvullend KAM document “Overlegstructuren” N50-PMP-04 is opgenomen.” (PMP, 23)
“Overlegstructuur
De diverse soorten overleg, evenals de agenda en verslaglegging vinden plaats volgens het vergaderschema zoals opgenomen als bijlage “Overlegstructuren” bij het projectmanagementplan (N50-PMP-04).
De interne raakvlakken tussen de diverse disciplines (KWN en GWW) worden in het regulier afstemmingsoverleg besproken.” (DKP-uitvoering, 13)
- BA.04.06
JA Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.
In plannings worden tijdsdoelen aangegeven, calculaties geven kostendoelen en de eisen verwoorden ook kwaliteitsdoelen.

PA 05: Integreer systemen

- BA.05.01
JA Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.
Voor het in kaart brengen van de raakvlakken tussen objecten is gebruik gemaakt van een raakvlakken matrix (DKP-ontwerp).

- BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.
- JA** **“Raakvlakken [coördinatie]**
 De raakvlakken in de te bouwen constructie worden beheerst door middel van deel kwaliteit plannen. Raakvlakken worden onderkend, afgestemd en bewaakt d.m.v. detailplanningen en coördinatie vergaderingen conform het vergaderschema en worden in de notulen vastgelegd.
 Er wordt onderscheid gemaakt tussen raakvlakken die voortvloeien uit het ontwerp, de uitvoering, veiligheidsgebied en milieutechnisch gebied.
 Ontwerp technisch: Werkzaamheden die pas kunnen starten nadat ontwerptechnisch alles in orde is.
 Uitvoeringstechnisch: Werkzaamheden die gelijktijdig plaatsvinden en waar uitvoeringstechnisch gezien rekening met elkaar moet worden gehouden.
 Veiligheidstechnisch: Werkzaamheden die elkaar op veiligheidstechnisch gebied raken
 Milieutechnisch: Werkzaamheden die elkaar milieutechnisch beïnvloeden [invloeden op bodem, water, lucht, geluid, grondstoffen en energie]” (V&G uitvoering, 17)
- BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.
- JA** **“Behandeling, opslag, verpakking en aflevering**
 Bouwmaterialen dienen, voorzien van de gespecificeerde documentatie vrij van gebreken, te worden aangeleverd op de bouwlocatie. Indien materialen met onvoldoende documentatie en/of gebreken worden aangeleverd, dienen deze te worden geretourneerd dan wel gescheiden en duidelijk gemerkt te worden opgeslagen, op een zodanige manier, dat verwerking in het bouwproces is uitgesloten.
 In de contracten met de leveranciers zijn eisen worden opgenomen ten aanzien ingangs-, fabrieks- en leverancierscontrole. Bouwmaterialen zullen worden opgeslagen in overeenstemming met de richtlijnen van de leverancier, zoals vermeld op de productspecificatie of het etiket, dan wel in het van toepassing zijnde Normblad” (PMP, 33)
- BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.
- JA** De keuringsplannen geven aan welke eisen gekeurd moeten worden.
- BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.
- JA** Op onderdelen, FAT bij de VRI.
- BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.
- JA** In de werk- en keuringsplannen staat de montage en eventuele integratie.
- BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeemraakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.
- JA** Op onderdelen, SAT bij de VRI.

BA.05.08 Ontwikkel een integratiestrategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.

JA In de planning staat de volgorde vermeld van de activiteiten.

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.

(JA) Staat in de vraagspecificatie, wanneer deze niet duidelijk is. Is er voor aanbesteding zijn de individuele en algemene inlichtingen de manier om van de klant te vragen wat hij precies wil (Roel)

BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.

(JA) Impliciet

BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.

JA “**Input**

De input t.b.v. de genoemde ontwerpdelen bestaat uit de output van de Opdrachtgever:

Vraagspecificatie deel 1:

Eisen volgend uit overige contractstukken.

Per eis in de eisenboom is de volgende informatie opgenomen:

Een unieke identificatie.

Een omschrijving/formulering.

Een verwijzing naar de bovenliggende eis.

De bron.” (DKP-ontwerp, 6)

BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.

JA Goedkeuring verificatieplannen.

- BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.
- JA** “**Bouwvergadering RWS**
Overleg tussen de Combinatie en de Opdrachtgever over de uitvoering van het Contract.

Deelnemers: Deelnemers RWS nader te bepalen
Projectmanager, Hoofd Bedrijfsbureau, Projectleider(s),
KAM Manager

Voorzitter: (nader te bepalen)

Frequentie: 1x per week

Bevoegdheden: Overeenkomstig samenwerkingsovereenkomst
Combinatie en functiebeschrijving

Agenda: Opening en mededelingen
Vorige notulen en acties
Planning en voortgang
Personeel en organisatie
Financiën
KAM en V&G aspecten
Afwijkingen en bevindingen
Risico's
Omgeving en vergunningen”
(PMP overlegstructuren)

PA 07: Verifieer en valideer het systeem

- BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorziening, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeem ontwikkeling vaststellen.
- JA** “**Projectkwaliteitsplan (PKP)** noot: voorheen Kwaliteitsborgingsplan
Het PKP is opgesteld om te bereiken dat systematisch en aantoonbaar wordt gecontroleerd dat werkzaamheden zijn uitgevoerd zoals beschreven in project- en deelkwaliteitsplannen, werkplannen, werkinstructies, keuringsplannen en verificatieplannen. Tevens wordt de organisatie en aanpak met betrekking tot het proces kwaliteitsborging in het plan toegelicht zoals het deelproces audit, bewaking en beheersing van afwijkingen en een overzicht van de relevante procedures voor het bouwproces en van het kwaliteitsmanagementsysteem. (Eis contract VS2: 2.4.2 Projectkwaliteitsplan)” (PMP, 10)

BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen aan de hand waarvan producten worden geverifieerd tegen opgestelde criteria of eisen die zijn opgesteld in een eerdere fase.

JA “**Verificatieplan**

Alle eisen dienen geverifieerd te worden om aantoonbaar te maken dat aan alle eisen afgedekt zijn. In de ontwerpfase wordt het verificatieplan opgesteld en hierin zijn de volgende aspecten zichtbaar: toewijzing aan afdeling, verificatiedocument en soort verificatie.” (PKP, 6)

“**Keuringsplan**

Tijdens de duur van het project zullen ingangскеuringen, tussentijdse keuringen en eindkeuringen worden uitgevoerd. Hierbij zal het principe gehanteerd worden dat iedereen verantwoordelijk is voor het controleren van zijn eigen werkzaamheden. Wie de keuring uitvoert, is vastgelegd in het keuringsplan, waarop tevens is aangegeven de eventuele bijwoningpunten, wachtpunten, de keuringsmethode en -frequentie en rapport beoordelingen.

Onderaannemers en leveranciers keuren conform de door hen opgestelde keuringsplannen. Het is de verantwoording van de uitvoering hierop toe te zien. Hiertoe zullen zowel geplande als niet-geplande controles (steekproefsgewijs) worden uitgevoerd.

In de specifieke bijlagen per deelproject zal een overzicht worden gegeven van de werk- en keuringsplannen.” (DKP-uitvoering, 6)

BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem of producteisen.

JA “**Keuringsplan**

Tijdens de duur van het project zullen ingangскеuringen, tussentijdse keuringen en eindkeuringen worden uitgevoerd. Hierbij zal het principe gehanteerd worden dat iedereen verantwoordelijk is voor het controleren van zijn eigen werkzaamheden. Wie de keuring uitvoert, is vastgelegd in het keuringsplan, waarop tevens is aangegeven de eventuele bijwoningpunten, wachtpunten, de keuringsmethode en -frequentie en rapport beoordelingen.

Onderaannemers en leveranciers keuren conform de door hen opgestelde keuringsplannen. Het is de verantwoording van de uitvoering hierop toe te zien. Hiertoe zullen zowel geplande als niet-geplande controles (steekproefsgewijs) worden uitgevoerd.

In de specifieke bijlagen per deelproject zal een overzicht worden gegeven van de werk- en keuringsplannen.” (DKP-uitvoering, 6)

BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.

JA Goedkeuring ontwerp/documentenplanning. In het toetsing/acceptatieplan (annex III van contract) staan de documenten die geaccepteerd moeten worden.

- BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.
- JA** Om aantoonbaar te maken dat het uiteindelijke ontwerp voldoet aan de wensen van de opdrachtgever worden de volgende verificaties verricht:
- Verificatie op het samenstellen van de specificatie / ontwerpbasis per object / element.
 - Verificatie op het uitwerken van het ontwerp.
- BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.
- JA** “**Verificatieplan**
 Alle eisen dienen geverifieerd te worden om aantoonbaar te maken dat aan alle eisen afgedekt zijn. In de ontwerpfase wordt het verificatieplan opgesteld en hierin zijn de volgende aspecten zichtbaar: toewijzing aan afdeling, verificatiedocument en soort verificatie.” (PKP, 6)

PA 08: Garandeer kwaliteit

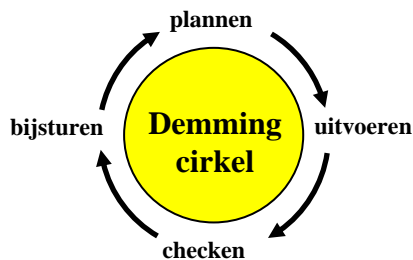
- BA.08.01 Verzeker dat het gedefinieerde system engineering proces gedurende de levenscyclus verbonden is
- JA** Dit deelwerkplan betreft de Kwaliteitsborging van de engineering en uitvoeringswerkzaamheden van de werkzaamheden van de BAM combinatie N50. Het bevat zowel de invulling van de eisen uit vraagspecificatie deel 2 voor zowel de Kwaliteitsborging en het Veiligheids- en Gezondheidsmanagement (VGM). (PKP)
 Het managementsysteem, welke is geadopteerd van BAM-O, is opgezet conform de NEN-EN-ISO 9001:2000 en VCA** eisen.
 Tijdens een audit zullen deze aspecten dan ook aan de orde komen. Gedurende het project zullen audits uitgevoerd worden conform een auditplan. Het auditplan zal worden opgesteld in overleg met de projectmanager. (PMP, 8)
- BA.08.02 Evalueer werkproduct metingen tegen de eisen voor de kwaliteit van werkproducten.
- JA** “**Activiteiten en methodieken**
 De volgende activiteiten en methodieken dienen inzicht te geven in het kwaliteitsniveau van de werkzaamheden:
- Observaties tijdens engineering- en voorbereidingsfase;
 - Observaties op de bouwlocatie van proces en registraties;
 - Observaties bij onderaannemers en toeleveranciers van proces en registraties;
 - Uitvoeren audits en procestoetsen, rapportage binnen 5 dagen na uitvoeren van audit;
 - Uitvoeren steekproefcontroles.” (PKP, 7)
- BA.08.03 Meet de kwaliteit van het systems engineering proces gebruikt bij het project.
- JA** “**Kwaliteit en keuringen**
 Tijdens de duur van het project zullen ingangskeuringen, tussentijdse keuringen en eindkeuringen worden uitgevoerd. Hierbij zal het principe gehanteerd worden dat iedereen verantwoordelijk is voor het controleren van zijn eigen werkzaamheden. Daarnaast worden onafhankelijke keuringen

uitgevoerd. Keuringsplannen dienen te voldoen aan de voorwaarden uit het contract.” (PMP, 27)

- BA.08.04 Analyseer kwaliteitmetingen voor het ontwikkelen van aanbevelingen ter verbetering van de kwaliteit of corrigerende handelingen indien geschikt.
- JA** “**Evaluatie KAM beleid en actieplan (Directiebeoordeling)**
 Minstens éénmaal per jaar wordt het KAM beleid, zoals dit is verwoord in de beleidsverklaring, geëvalueerd tijdens de Directiebeoordeling (Management Review) op basis van de opgedane ervaringen. Een belangrijk onderdeel van deze evaluatie is de beoordeling van het managementsysteem en het bereiken van de gewenste resultaten en verbeteracties. Naar aanleiding van de evaluatie wordt een plan van aanpak opgesteld, waarin acties zijn opgenomen ter optimalisering van het beleid, de werkwijze, de prestaties en de (financiële) resultaten. De uitvoering van deze evaluatie is een verantwoordelijkheid van de projectmanager met actieve ondersteuning van de afdeling KAM.
- Noot: gezien de korte looptijd, duur van uitvoering van het project circa 5 à 6 weken, zal een evaluatie gehouden worden aan het eind van het project en deze evaluatie zal deel uitmaken van de directiebeoordelingen van de moedermaatschappijen van de BAM organisaties. Eventuele verbeter- en leerpunten van het onderhavige project N50 kunnen dan meegenomen worden voor toekomstige projecten.” (PMP, 12)
- BA.08.05 Verkrijg medewerking van medewerkers voor het vaststellen en melden van kwaliteitsproblemen.
- JA** “Tijdens de duur van het project zullen ingangskeuringen, tussentijdse keuringen en eindkeuringen worden uitgevoerd. Hierbij zal het principe gehanteerd worden dat iedereen verantwoordelijk is voor het controleren van zijn eigen werkzaamheden. Wie de keuring uitvoert, is vastgelegd in het keuringsplan, waarop tevens zijn aangegeven de eventuele bijwoningpunten, stop- of wachtpunten, de keuringsmethode en -frequentie en rapport beoordelingen.” (PMP, 11)
- BA.08.06 Initieer activiteiten die zich richten op kwaliteitsproblemen of kwaliteitsverbeteringskansen.
- JA** “Van iedere medewerker wordt verwacht dat hij alert is op de mogelijke verbeteringen van het managementsysteem. Daarnaast kunnen er ook verbeteringen voortkomen uit afwijkingen, audits en evaluaties. De KAM manager beoordeelt in overleg met betrokkenen het verbetervoorstel. De projectmanager beslist of en wanneer een verbeteringsvoorstel in de organisatie wordt ingevoerd.” (PMP, 12)

BA.08.07 Stel een werkwijze of set van werkwijzen vast om behoeften voor corrigerend handelen t.a.v. processen of producten te ontdekken

JA



“Bewerkstelligen van doelstellingen:

Processen zijn nodig om de diensten en producten te leveren die de opdrachtgever vraagt. Elk proces dient dan ook een toegevoegde waarde voor zowel de klanttevredenheid als de organisatie te hebben. Waar toepasbaar is elk proces meetbaar gemaakt door het uit te rusten met één of meerdere indicatoren.

Hiermee worden de processen tijdens uitvoering bewaakt en bijgestuurd conform de Demming

cirkel, zodat de voorgenomen resultaten worden behaald en voortdurende verbetering wordt bewerkstelligd.” (PMP, 12)

PA 09: Configuratie management

BA.09.01 Beslis tussen mogelijke oplossingen voor configuratie management

JA “Ten behoeve van het documentbeheer worden alle documenten voorzien van een uniek nummer en een revisie status.” (PMP, 12)

“**Beheersing van documenten**

Vastgelegd is hoe de beheersing van documenten plaatsvindt en wie daarbij betrokken zijn. In hoofdlijnen zijn daarover de volgende zaken vastgelegd:

...

De procedure voor autorisatie en vrijgave van tekeningen en berekeningen als ook de procedure voor de distributie van tekeningen en berekeningen wordt beschreven in het DKP ontwerp.” (PMP, 31-32)

BA.09.02 Stel configuratie eenheden vast die samen de hoofdlijn vormen.

JA Documentenplanning

BA.09.03 Beheer een opslag voor werkproduct hoofdlijnen

JA “**Documentbeheer**

Doel

Het doel van deze procedure is een gecontroleerde uitgifte en beheer van goedgekeurde documenten opdat documenten op de juiste plek aanwezig zijn en het gebruik van vervallen documenten wordt voorkomen.”

(Standaardprocedures, N50-SP-05)

- BA.09.04
JA Beheers veranderingen om configuratie eenheden vast te stellen
 Mocht er toch een afwijking plaatsvinden dan is er een procedure die de afwijking registreert, zorg draagt dat de oorzaken gezocht en weggenomen worden zodat herhaling wordt voorkomen (corrigerende maatregelen). Afwijkingen zijn opgesplitst in afwijkingen van het managementsysteem (procesafwijking) en in productafwijkingen. (PMP, 36)
“Beheersing van wijzigingen
 Een ontwerpwijziging is gedefinieerd als een wijziging van een vrijgegeven ontwerp-rapport of een vrijgegeven tekening. Wijzigingen betreffen niet:
- revisies met betrekking tot "HOLDS" op vrijgegeven tekeningen
 - afwijkingen tijdens uitvoering op een vrijgegeven ontwerpdocument.
- Wijzigingen zijn onderhevig aan hernieuwde verificatie en vrijgave.
 Afwijkingen tijdens de uitvoering worden na beoordeling en akkoord door de opdrachtgever verwerkt op as-built-tekeningen door BAM Combinatie N50.”
 (DKP-ontwerp, 11-12)
- BA.09.05
JA Communiceer status van configuratiedata, voorgestelde veranderingen en maak de informatie toegankelijk voor de betreffende groepen.
 Van geïdentificeerde afwijkingen in het gereed product of tussenproduct vindt een schriftelijke rapportage met behulp van het “Afwijkingsformulier” plaats. Naast de rapportage van de afwijking zal, indien van toepassing tevens een schriftelijk voorstel voor herstel worden gedaan. Eerst na acceptatie van dit voorstel door de projectmanager of diens vertegenwoordiger zal tot uitvoering van dit voorstel overgegaan worden.
 Afwijkingen zullen worden geanalyseerd door het projectteam. Daar waar nodig, zullen corrigerende maatregelen worden genomen om herhaling te voorkomen. Afwijkingen zullen met behulp van een Access applicatie digitaal beheerd gaan worden door de Combinatie . (PMP, 36)

PA 10: Manage risico's

- BA.10.01
JA Ontwikkel een plan voor risicomanagement activiteiten welke de basis is voor vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van risico's voor de levensduur van het project
 “Het risicomanagementplan beschrijft de aanpak van de project risicoanalyse, de plaats van risicomanagement in de projectorganisatie en de relatie tussen risicomanagement, kwaliteitsborging en veiligheidsmanagement.” (RMP, 1)

- BA.10.02 Stel project risico's vast door het onderzoeken van projectdoelen rekeninghoudend met alternatieven en beperkingen, en stel vast wat fout kan lopen.
- JA** "Inventarisatie van risico's. oorzaak en gevolgen:
 Een (aantal) medewerker(s) uit het projectteam, eventueel aangevuld met deskundige(n), die samen een juiste afspiegeling vormen van de fase waarin het project zich bevindt, maken een inventarisatie van de initiële risico's. In deze groep is altijd een risicoanalist aanwezig. Het volgende wordt bepaald:
- Alle potentiële afwijkingen van het proces en / of product.
 - De oorzaken van de afwijkingen.
 - De mogelijke gevolgen van de afwijkingen.
- De gegevens worden als risico-items opgenomen in een database, het zogenaamde Risicodossier."(RMP, 7)
- "Algemene RIE**
 Bij de risico-inventarisatie en evaluatie wordt rekening gehouden met de hoogste graad van preventie, te weten; bronbestrijding naar de aard en stand der techniek. waarmee reeds in de ont-werpfase een aanvang dient te worden gemaakt. Het verstrekken en laten dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen is dus geen eerste keus, maar zal pas ingezet worden als alle voorgaande (bron)maatregelen niet afdoende zijn. In bijlage 1 is de algemene risico-inventarisatie en -evaluatie [RI&E] uitgewerkt." (V&G uitvoering, 17)
- BA.10.03 Maak risico's toegankelijk en bepaal de kans van optreden en de consequenties van optreden.
- JA** "Kwantificeren:
 Voor elk risico-item wordt de kans van optreden en de effecten in termen van Geld (G), Tijd (T) en Kwaliteit (Q) bepaald.
 Dit wordt voor de eerste keer gedaan voor het initiële risico (vóór het nemen van maatregelen) en vervolgens voor het restrisico (na het nemen van maatregelen). De effectiviteit van beheersing wordt zo beoordeeld ten aanzien van de verwachte vermindering van de kans van optreden of gevolgen ten opzichte van het initieel geïdentificeerde risico." (RMP, 7)
- BA.10.04 Verkrijg formele erkenning van de project risicobeoordeling.
- JA** **"Externe overlegstructuur**
 Met de Opdrachtgever zal een risicosessie gepland worden. De hierin naar voren komende projectspecifieke risico's worden tevens in de database opgenomen.
 Verder zal het onderwerp als agendapunt op bouwvergadering en ontwerpoverleg worden behandeld." (RMP, 10)
- BA.10.05 Implementeer risicoverlagende handelingen.
- JA** "Verwerken beheersmaatregelen:
 Na de projectanalyse volgt de implementatie van de in de voorbereiding vastgestelde beheersmaatregelen. De te nemen beheersmaatregelen worden geborgd door opname in de (deel-) werkplannen, verificatieplannen, keuringsplannen, etc." (RMP, 8)

- BA.10.06 Monitor risicoverlagende handelingen en verzeker dat de gewenste resultaten behaald worden.
- JA** **“Projectrisico Inventarisatie en - evaluatie**
 Voor de projectrisicoanalyse worden de risico inventarisatie uit het V&G plan ontwerp en de risico analyse uit de aanbestedingsfase als vertrekpunt gehanteerd.
 De projectrisicoanalyse is geïntegreerd in de DKP’s vanuit het risicodossier en is beschikbaar voordat wordt begonnen met de eerste uitvoeringswerkzaamheden.
 Tijdens de uitvoering wordt beoordeeld of de doelmatigheid en effectiviteit van de genomen maatregelen voldoende is. Onder beoordelen wordt in dit geval verstaan:
 - Controleren of maatregelen afdoende zijn;
 - Controleren of alle bijzondere risico’s onderkend zijn;
 - Controleren of alle maatregelen uitgevoerd en of gehanteerd worden.”
 (PMP, 27)
“Monitoren:
 De klassering van het restrisico geschiedt op basis van de initiële inschatting van het risico en het effect van de beheersmaatregelen die voor een deel al zijn geïmplementeerd en voor een deel nog moeten worden uitgevoerd. Om zeker te stellen dat het niveau van het restrisico goed is geschat en dat het behaalde niveau gehandhaafd blijft, kan er periodiek een toetsing op de beheersmaatregelen worden uitgevoerd.
 Daarbij wordt nagegaan of de beheersmaatregelen het gewenste effect hebben en / of de beheersmaatregelen adequaat worden uitgevoerd.
 Indien afwijkingen worden geconstateerd, worden deze verwerkt in de klassering van het restrisico.” (RMP, 8)

PA 11: Monitor en beheers technische inspanningen

- BA.11.01 Stuur technische prestatie in overeenstemming met technische managementplannen.
 (JA) Projectleider houdt planning in de gaten en stuurt bij afwijkingen bij.
- BA.11.02 Traceer het werkelijke gebruik van middelen tegen de technische managementplannen.
 (JA) Taak van de projectleider
- BA.11.03 Traceer prestatie tegen de technische managementplannen.
 (JA) Bijhouden van de vorderingen op de planning door de projectleider.
- BA.11.04 Bekritiseer prestatie tegen de technische managementplannen.
 (JA) De projectleider beoordeeld of de prestaties voldoen of dat er bijsturing nodig is.
- BA.11.05 Analyseer problemen voorkomend uit het traceren en bekritisieren van de technische parameters, ter bepaling van corrigerende handelingen.
 (JA) Indien prestaties afwijken van planning wordt er gekeken welke maatregelen mogelijk/nodig zijn.

- BA.11.06 Treed corrigerend op indien werkelijke resultaten afwijken van de plannen.
 (JA) Indien nodig worden de corrigerende maatregelen toegepast.

PA 12: Plan technische inspanningen

- BA.12.01 Bepaal welke middelen kritiek zijn voor het technische succes van het project.
 (JA) Projectleider zal impliciet nadenken over de kritieke middelen voor het project.
- BA.12.02 Ontwikkel schattingen voor de factoren die invloed hebben op de omvang en
 technische haalbaarheid van het project.
 (JA) Impliciet
- BA.12.03 Ontwikkel kostenramingen voor al de technische middelen nodig voor het
 project.
 (JA) Gebeurt bij Calculatie.
- BA.12.04 Bepaal het bij het project te gebruiken technische proces
 (JA) Impliciet
- BA.12.05 Stel de technische activiteiten vast voor de totale levenscyclus van het project
JA “Het beschikbare eigen materieel is vastgelegd op de lijst “Vaste activa BAM
 Wegen Regio Oost” en wordt beheerd door de materieelbeheerder.
 De inzet van het bemand materieel wordt in het uitvoeringsoverleg bepaald en
 in de planning vastgelegd.” (KAM-Handboek, TD-10)
“WBS (Work Breakdown Structure)
 De Combinatie heeft het project (het systeem) op basis van o.a. geografische
 ligging en logische bundeling van subsystemen, onderverdeeld in
 Werkpakketten. De Werkpakketten hebben een relatie naar de objecten en alle
 onderdelen van de subsystemen zijn verwerkt in de gedefinieerde
 werkpakketten. De bij de aanbesteding ingeleverde Inschrijfstaat bevat de
 onderverdeling naar werkpakketten. Op basis van de overall planning zullen de
 activiteiten van de werkpakketten uitgevoerd en bewaakt worden.”
- BA.12.06 Definieer de specifieke processen welke de effectieve interactie met de klant en
 leverancier ondersteunen.
 (JA) Impliciet

- BA.12.07
 JA Ontwikkel technische schema's voor de totale project levenscyclus.
 "Projectplanning
Ontwerpplanning (Engineering)
 De uitgangspunten voor de planning van de ontwerpwerkzaamheden zijn in beginsel vastgelegd in het contract en vertaald naar de overall planning. Deze planning zal voor de ontwerpwerkzaamheden worden geactualiseerd.
 De voortgang van de ontwerpwerkzaamheden zal door de ontwerpcoördinator in de overall planning worden bijgehouden. Dit wordt besproken in het ontwerpoverleg.
 Voor aanvang van de ontwerpwerkzaamheden stelt de ontwerpafdeling een lijst van de te produceren documenten op. Op basis van deze lijst wordt een detailplanning opgesteld, die aansluit op de overall planning. De betreffende ontwerpafdeling zorgt voor controle en bijhouden van de planning. Per week wordt de stand van zaken opgemaakt en gemeld aan de ontwerpcoördinator.
- Uitvoeringsplanning
 De detailplanning heeft een tijdshorizon van vier weken (4-weken planning), deze is dusdanig gedetailleerd dat individuele taken inzichtelijk worden. Basis voor de detailplanning is de overall planning terwijl het belangrijkste doel van een detailplanning is het direct (dagelijks) sturen van werkvoorbereiding - en uitvoeringsactiviteiten." (PMP, 14)
- BA.12.08 Stel technische parameters met drempelwaarde vast, voor het project en het systeem.
 (JA) Onbewust zijn er technische parameters welke bij bepaalde overschrijving correctieve acties tot gevolg zullen hebben. Deze zijn echter niet vastgelegd. Planning: weekenden als buffer.
- BA.12.09 Gebruik de informatie verzameld in planningsactiviteiten om technische management plannen te ontwikkelen, welke als basis dienen voor het traceren van de opvallende aspecten van de project en systems engineering inspanningen.
 (JA)
- BA.12.10 Bekritiseer de technische management plannen met alle betrokken groepen en individuen, en verkrijg groepsbetrokkenheid.
 (JA) De plannen worden verstrekt aan de betrokken partijen en deze geven eventueel commentaar. Er is niet iets als een vragenlijst die de betrokken partijen in moeten vullen voor de plannen. Planning opgesteld samen met onderaannemers.

PA 13: Definieer het systems engineering proces van de organisatie

- BA.13.01 Stel doelen voor het systems engineering proces van de organisatie vast vanuit de zakelijke doelen van de organisatie.
 (JA) Impliciet zal bij het gebruik van SE gekeken worden hoe dit past bij de doelen van de organisatie.
- BA.13.02 Verzamel en behoud systems engineering proces data.
 (JA) Min of meer wordt dit gedaan door het bewaren van de projectdata.

- BA.13.03 Ontwikkel een goed gedefinieerd standaard systems engineering proces voor de organisatie.
- (JA) Het standaard SE proces voor de organisatie zijn op het moment de processen gebruikt bij voorgaande projecten.
- BA.13.04 Definieer richtlijnen voor het aanpassen van de standaard systems engineering processen van de organisatie naar project gebruik voor ontwikkeling van project afgebakende processen.
- NEE

PA 14: Verbeter de systems engineering processen van de organisatie

- BA.14.01 Evalueer de bestaande, door de organisatie uitgevoerde processen, om de sterktes en zwaktes te begrijpen.
- JA** “**Evaluatie KAM beleid en actieplan (Directiebeoordeling)**
 Minstens éénmaal per jaar wordt het KAM beleid, zoals dit is verwoord in de beleidsverklaring, geëvalueerd tijdens de Directiebeoordeling (Management Review) op basis van de opgedane ervaringen. Een belangrijk onderdeel van deze evaluatie is de beoordeling van het managementsysteem en het bereiken van de gewenste resultaten en verbeteracties. Naar aanleiding van de evaluatie wordt een plan van aanpak opgesteld, waarin acties zijn opgenomen ter optimalisering van het beleid, de werkwijze, de prestaties en de (financiële) resultaten. De uitvoering van deze evaluatie is een verantwoordelijkheid van de projectmanager met actieve ondersteuning van de afdeling KAM.
- Noot: gezien de korte looptijd, duur van uitvoering van het project circa 5 à 6 weken, zal een evaluatie gehouden worden aan het eind van het project en deze evaluatie zal deel uitmaken van de directiebeoordelingen van de moedermaatschappijen van de BAM organisaties. Eventuele verbeter- en leerpunten van het onderhavige project N50 kunnen dan meegenomen worden voor toekomstige projecten.” (PMP, 12)
- BA.14.02 Plan verbeteringen voor de organisatieprocessen op basis van analysering van de invloed van potentiële verbeteringen voor het bereiken van de procesdoelen.
- JA** “**Continue verbetering van het (management-)systeem**
 Van iedere medewerker wordt verwacht dat hij alert is op de mogelijke verbeteringen van het managementsysteem. Daarnaast kunnen er ook verbeteringen voortkomen uit afwijkingen, audits en evaluaties. De KAM manager beoordeelt in overleg met betrokkenen het verbetervoorstel. De projectmanager beslist of en wanneer een verbeteringsvoorstel in de organisatie wordt ingevoerd.” (PMP, 12)
- BA.14.03 Pas de standaard systems engineering processen van de organisatie aan
- JA** “**Verbetering van het Managementsysteem**
 Van iedere medewerker wordt verwacht dat hij alert is op de mogelijke verbeteringen van het managementsysteem. Daarnaast kunnen er ook verbeteringen voortkomen uit afwijkingen, audits en evaluaties. De KAM manager beoordeelt in overleg met betrokkenen het verbetervoorstel. De projectmanager beslist of en wanneer een verbeteringsvoorstel in de organisatie wordt ingevoerd.” (V&G uitvoering, 8)

Verder gebeurt dit meer op persoonlijk niveau, iemand die ervaring heeft past bij een volgend project het geleerde (deels) toe. Eventueel wordt dit nog (mondeling) overgedragen aan collega's, maar organisatiebreed wordt dit (over het algemeen) niet vastgelegd.

- BA.14.04 Communiceer de procesverbeteringen naar bestaande projecten en naar andere betrokken groepen, indien geschikt.
JA Zal nu (deels) gebeuren door persoonlijk contact tussen bijvoorbeeld de projectleiders. Evaluaties worden binnen de organisatie gecommuniceerd.

PA 15: Manage assortiment ontwikkeling

- BA.15.01 Bepaal de soorten aan te bieden producten
JA Ja, in de vorm van de beschrijving in een projectplan of projectvoorstel voorafgaande aan productontwikkeling. Voorafgaand aan de ontwikkeling wordt gecheckt hoe het eventuele nieuwe product past binnen het bestaande productenpalet. Voor de reeds ontwikkelde producten wordt een vaste set aan productinformatie opgesteld, namelijk technische specificaties, richtlijnen productie en verwerking, leaflet, technische (achtergrond)informatie, besteksbepalingen. (Sluer)
- BA.15.02 Stel nieuwe producttechnologieën of ondersteunende infrastructuur vast welke de organisatie helpen bij het verkrijgen, ontwikkelen en toepassen van technologieën ten behoeve van concurrentievoordeel.
 Nee Er is geen vaste structuur hiervoor. Veelal gebeurt het een en ander informeel en ad hoc in de vorm van het welbekende 'kijk eens wat ik gelezen heb, kunnen wij er wat mee?'. Als er besloten wordt tot het starten van een nieuwe ontwikkeling wordt er wel gericht gezocht naar technologieën die de ontwikkeling kunnen ondersteunen. (Sluer)
- BA.15.03 Voer de benodigde veranderingen in de productontwikkelingcyclus ter ondersteuning van de ontwikkeling van nieuwe producten.
JA Hier is de relatief kleine ontwikkelingsafdeling heel flexibel in. Er wordt binnen de mogelijkheden gezocht naar maximale efficiency van productontwikkeling. Maatgevend zijn de kosten/baten voor het realiseren van het product.(Sluer)
- BA.15.04 Garandeer dat kritieke onderdelen beschikbaar zijn om de geplande product ontwikkeling te ondersteunen.
JA Zie ook het antwoord bij 15.03. Een ontwikkeling wordt pas gestart als vastgesteld is dat het projectplan ook echt realiseerbaar is. Geen start dus zolang onderkend wordt dat (kritische) schakels ontbreken. (Sluer)
- BA.15.05 Neem nieuwe technologieën op in de productontwikkeling, marketing en productie.
JA Vroeger minder, tegenwoordig wordt er alles aan gedaan om vooraf te borgen dat het product ook praktische toepassing vindt. (Sluer)

PA 16: Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

- BA.16.01 Behoud bekendheid met de technologieën die de organisatiedoelen ondersteunen.

- (JA) Worden vakbladen gelezen en zijn lid van branche organisaties.
- BA.16.02 Stel eisen vast voor de systems engineering ondersteuningsomgeving, van de organisatie, gebaseerd op de organisatiebehoeften.
- (JA) Impliciet zal er zeker gekeken worden naar de organisatiebehoefte en daarop zullen acties ondernomen worden.
- BA.16.03 Verkrijg een system engineering ondersteuningsomgeving welke voldoet aan de eisen vastgesteld in de “Stel ondersteuningseisen vast” door gebruik te maken van de activiteiten van “Analyseer Alternatieven” proces area.
- (JA) Er worden instrumenten gebruikt ter ondersteuning en mensen in dienst genomen om het zo goed mogelijk te organiseren.
- BA.16.04 Pas de systems engineering ondersteuningsomgeving aan op de individuele projectbehoeften.
- (JA) Voor ieder project wordt gekeken wat van de voorgaande SE projecten gebruikt kan worden en wat eventueel nog mist.
- BA.16.05 Neem nieuwe technologieën op in de systems engineering ondersteuningsomgeving gebaseerd op de zakelijke doelen en projectbehoeften van de organisatie.
- (JA) Bijvoorbeeld het gebruik van Boulevard (access database) ter vervanging analoge papieren afwijkingsformulieren. Gebeurt BAM breed.
- BA.16.06 Behoud de systems engineering ondersteuningsomgeving voor continue ondersteuning van de daarvan afhankelijke projecten.
- (JA) De “experts” van afgelopen SE projecten worden aangesteld op nieuwe projecten.
- BA.16.07 Monitor de systems engineering ondersteuningsomgeving voor verbeteringskansen.
- (JA) Impliciet wordt de ondersteuning beoordeeld en wordt bekeken of er verbeteringen mogelijk zijn.

PA 17: Verschaf aanhoudende vaardigheden

- BA.17.01 Bepaal de benodigde verbeteringen in kennis en vaardigheden door de gehele organisatie, gebruik makend van de projectbehoeften, strategisch plan van de organisatie en de bestaande werknemersvaardigheden als leidraad.
- JA** Bij de BAM-O is R. Wilms verantwoordelijk voor het aannemen van mensen op basis van vaardigheden behoefte vanuit de organisatie. De benodigde competenties per functie staan vermeld in de functieomschrijvingen van het KAM-handboek.
- Werknemers kunnen cursussen volgen, dit kan gebeuren als zij zelf aanvragen omdat zij dit nodig achten, maar ook doordat dit van hen verlangd wordt omdat de organisatie daar behoefte aan heeft. (R. Atema)
- “Functionerings- en beoordelingsgesprekken**
- Functionerings- en beoordelingsgesprekken vinden jaarlijks plaats met het UTA-personeel volgens het format van BAM Wegen bv en driejaarlijks met het CAO-personeel.

Het initiëren van deze gesprekken ligt bij de directie. De regiodirecteur en leidinggevendenden voeren deze gesprekken met de medewerkers. Hierbij wordt het verleden, het heden en de toekomst besproken. Aandachtspunten zijn:

- Het algemeen functioneren van de medewerker, o.a. ten aanzien van het KAM-systeem.
- opleidingsbehoefte bepalen en evalueren van de (eventueel) gevolgde opleiding(en).
- opleidingsbehoefte stimuleren door extra scholing of ervaring op te doen met betrekking tot V&G-aspecten.

De beoordeling en de gemaakte afspraken dienen schriftelijk te worden vastgelegd. De afdeling P&O archiveert de beoordeling in het personeelsdossier.” (KAM-Handboek, ARBO-40)

- BA.17.02 Evalueer en selecteer de geschikte wijze voor het vergaren van kennis of vaardigheden.
 (JA) Impliciet zal dit gebeuren.
- BA.17.03 Zorg ervoor dat de geschikte vaardigheid en kennis beschikbaar is voor de systems engineering inspanning.
 JA “Het personeel wordt zoveel mogelijk betrokken van de BAM organisatie en gedetacheerd op het project. De BAM werkgevers dragen zorg voor de opleiding en (bij-) scholing van het personeel dat voor de combinatie werkzaam is. De leidinggevende zal bij de aanvraag van personeel aangeven, welke eisen aan de medewerker worden gesteld. Daarbij wordt rekening gehouden met de aard en complexiteit van de werkzaamheden, contractuele en VGM-eisen.” (PMP, 21)
- BA.17.04 Bereidt trainingsmateriaal voor gebaseerd op de vastgestelde trainingsbehoefte.
 JA De afdeling P&O verzorgt de selectie van het opleidingsinstituut, vraagt eventueel subsidie aan en archiveert de resultaten in de personeelsdossiers. De evaluatie van een cursus voor een grote groep eigen medewerkers, bijv. BHV, gebeurt door het opvragen van de evaluatieformulieren van het opleidingsinstituut of door een aantal cursisten te benaderen voor een eigen mening.” (KAM-Handboek, ARBO-40)
- BA.17.05 Train personeel voor het verkrijgen van de kennis en vaardigheden die nodig zijn voor de toegewezen taak.
 JA “Voor de uit te voeren ontwerp- en uitvoeringswerkzaamheden wordt gekwalificeerd personeel ingezet, tevens hebben deze medewerkers instructie of training ontvangen gerelateerd aan de werkzaamheden die zij uitvoeren. Voor de uitvoering van bepaalde specifieke (risicovolle) werkzaamheden dient de medewerker te beschikken over specifieke opleidingen, training, instructie of medische keuring. Voor aanvang van risicovolle werkzaamheden zal dan ook getoetst worden of de medewerker beschikt over de vereiste opleiding, training of medische keuring als onderdeel van de introductie” (PMP, 21)

- BA.17.06 Beoordeel de effectiviteit van de training in het behalen van de trainingbehoefte.
- JA** “**Functionerings- en beoordelingsgesprekken**
 Functionerings- en beoordelingsgesprekken vinden jaarlijks plaats met het UTA-personeel volgens het format van BAM Wegen bv en driejaarlijks met het CAO-personeel.
 Het initiëren van deze gesprekken ligt bij de directie. De regiodirecteur en leidinggevenden voeren deze gesprekken met de medewerkers. Hierbij wordt het verleden, het heden en de toekomst besproken. Aandachtspunten zijn:
- Het algemeen functioneren van de medewerker, o.a. ten aanzien van het KAM-systeem.
 - opleidingsbehoefte bepalen en evalueren van de (eventueel) gevolgde opleiding(en).
 - opleidingsbehoefte stimuleren door extra scholing of ervaring op te doen met betrekking tot V&G-aspecten.
- De beoordeling en de gemaakte afspraken dienen schriftelijk te worden vastgelegd. De afdeling P&O archiveert de beoordeling in het personeelsdossier.” (KAM-Handboek, ARBO-40)
- BA.17.07 Bewaar rapporten van trainingen en ervaringen
- JA** “De afdeling P&O verzorgt de selectie van het opleidingsinstituut, vraagt eventueel subsidie aan en archiveert de resultaten in de personeelsdossiers.” (KAM-Handboek, ARBO-40)
- BA.17.08 Bewaar het trainingsmateriaal in een toegankelijke opslag.
- (JA) Persoonlijk wordt dit bewaard. Planontwikkeling heeft een fysieke bibliotheek, er zijn plannen dit door te trekken binnen de organisatie, waarbij dan ook gedacht wordt aan toegankelijk beheerprogramma en een beheerder. Voor cursussen/materiaal is nog niet wat, hiervan bezit men persoonlijk het materiaal en is redelijk bekend wie waar cursus over heeft gevolgd.

PA 18: Coördineer met leveranciers

- BA.18.01 Bepaal de benodigde systeem componenten of diensten welke uitgevoerd moeten worden door andere/externe organisaties.
- JA** Dit wordt gedaan door de projectleider. (Roel)
- BA.18.02 Bepaal organisaties welke expertise hebben getoond op de vastgestelde gebieden.
- JA** “**Inkoop**
 Bij het inkopen zal maximaal gebruik worden gemaakt van de expertise van de combinanten (BAM Wegen, BAM Civiel en Multiconsult. Bij het inkopen worden nadrukkelijk eisen gesteld aan de KAM zorg door eventuele leverancier of onderaannemer. Inkoop geschiedt conform de procedure van de BAM onderneming die verantwoordelijk is voor de betreffende discipline.” (PMP, 27)
 “Specifieke onderdelen van het ontwerp worden eventueel uitbesteed aan externe ontwerpbureaus. Hiervoor worden alleen ontwerpbureaus uitgenodigd

die voorkomen op de lijst van “aanvaardbare leveranciers en onderaannemers” van de moederbedrijven van de BAM Combinatie N50.” (DKP-Ontwerp, 14)

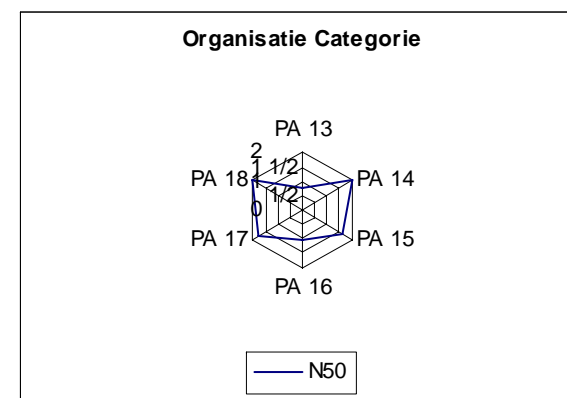
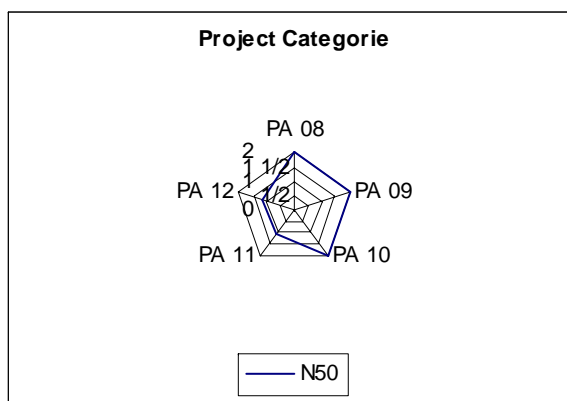
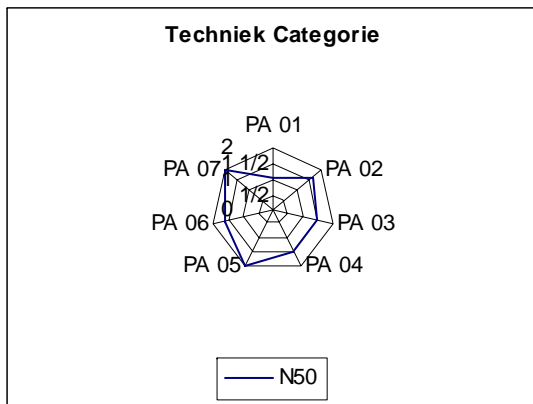
- BA.18.03 Kies leveranciers volgens PA 1.
JA “Onderaannemers en leveranciers worden door de verantwoordelijke discipline geselecteerd op basis van ervaring, kwaliteit, veiligheidsgedrag en prijsvorming volgens de procedure van de BAM organisatie waaronder de discipline valt.” (PMP, 22)
- BA.18.04 Lever aan de leveranciers de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit voor de organisatie van kracht zijn op de systeemcomponenten of diensten welke geleverd moeten worden.
JA Door middel van contract en contractstukken, specifiek voor de werkzaamheden. (Roel)
- BA.18.05 Behoud tijtjds tweerichtingscommunicatie met de leverancier.
JA “Overleg Derden
 Diverse overlegvormen tussen de Combinatie, Opdrachtgever en derde partijen zoals gemeente, nevenaannemers, onderaannemers, kabel- & leidingeigenaren, Bevoegd Gezag, hulpdiensten, Waterschappen, Dienstkring RWS.
 Deelnemers: Nader te bepalen per organisatie
 Projectmanager, Projectleider(s) disciplines, K&L
 coördinator en verkeerscoördinator,
 communicatiemedewerker
 Voorzitter: Projectmanager
 Frequentie: 1x per 2 weken
 Bevoegdheden: Overeenkomstig samenwerkingsovereenkomst
 Combinatie en functiebeschrijving
 Agenda: Afhankelijk van overleg en deelnemers
 Opening en mededelingen
 Vorige notulen en acties
 Planning en voortgang
 KAM en V&G aspecten
 Risico's
 Omgeving en vergunningen”
 (PMP overlegstructuren, 2)

SE-CMM	Techniek Categorie		Project Categorie		Organisatie Categorie	
	N50		N50		N50	
PA 01	1		PA 08	2	PA 13	3/4
1	1		1	2	1	1
2	1		2	2	2	1
3	1		3	2	3	1
4	1		4	2	4	0
5	1		5	2	PA 14	2
6	1		6	2	1	2
PA 02	1 2/3		7	2	2	2
1	1		PA 09	2	3	2
2	1		1	2	4	2
3	2		2	2	PA 15	1 3/5
4	2		3	2	1	2
5	2		4	2	2	0
6	2		5	2	3	2
7	1		PA 10	2	4	2
8	2		1	2	5	2
9	2		2	2	PA 16	1
PA 03	1 1/2		3	2	1	1
1	2		4	2	2	1
2	1		5	2	3	1
3	1		6	2	4	1
4	2		PA 11	1	5	1
5	2		1	1	6	1
6	2		2	1	7	1
7	2		3	1	PA 17	1 3/4
8	0		4	1	1	2
PA 04	1 1/2		5	1	2	1
1	1		6	1	3	2
2	1		PA 12	1 1/5	4	2
3	2		1	1	5	2
4	1		2	1	6	2
5	2		3	1	7	2
6	2		4	1	8	1
PA 05	2		5	2	PA 18	2
1	2		6	1	1	2
2	2		7	2	2	2
3	2		8	1	3	2
4	2		9	1	4	2
5	2		10	1	5	2
6	2					
7	2					
8	2					
PA 06	1 3/5					
1	1					
2	1					
3	2					
4	2					
5	2					
PA 07	2					
1	2					
2	2					
3	2					
4	2					
5	2					
6	2					

	N50
PA 01	1
PA 02	1 2/3
PA 03	1 1/2
PA 04	1 1/2
PA 05	2
PA 06	1 3/5
PA 07	2

	N50
PA 08	2
PA 09	2
PA 10	2
PA 11	1
PA 12	1 1/5

	N50
PA 13	3/4
PA 14	2
PA 15	1 3/5
PA 16	1
PA 17	1 3/4
PA 18	2



Bijlage 5: Interview Rijkswaterstaat

Interview Rijkswaterstaat:

Gesprek: 2 mei 2007

Jan de Liefde (Rijkswaterstaat)

Jan de Liefde:

Senior Adviseur Systems Engineering bij de afdeling Ontwikkeling Infrastructuur (OI) van Rijkswaterstaat. Afkomstig van Siemens en naar Rijkswaterstaat gehaald voor de implementatie van Systems Engineering.

Voor het gesprek is de door mij gemaakte beoordeling van het document van Rijkswaterstaat (Handleiding Functioneel Specificeren) en de ISO 15288 norm opgestuurd.

Opmerkingen hierover van Jan:

Het ontbreken van duidelijke toetsingscriteria, deze zouden moeten worden opgesteld zodat duidelijk is wanneer een basis activiteit (BA) wel of niet voldoet.

Verder is volgens Jan SE-CMM niet goed toe te passen om de ISO 15288 te beoordelen.

Rijkswaterstaat schrijft de ISO 15288 ook niet voor, maar wil zelf wel processen uit de ISO 15288 inpassen in de eigen organisatie.

RWS wenst of eist van de Opdrachtnemers niet dat bepaalde SE-CMM niveau's gehaald worden. Wel geeft Jan aan dat volgens hem een bedrijf zelf niveau 3 zou moeten nastreven. Volgens hem is het vaak financieel gezien niet wenselijk een hoger level na te streven.

Onderstaand zijn de antwoorden op de vragenlijst.

Vragenlijst RWS:

Interviewer: B. Dimmendaal

Geïnterviewden: J. de Liefde (RWS)

Datum: 2 mei 2007

Deel 1:

1. In de mail is aangegeven dat RWS naar de continue (continuous) variant van SE-CMM kijkt, waarom is hiervoor gekozen?
Bij de continuous variant is meer vrijheid welke processen het eerst aangepakt worden, eventueel wordt in een later stadium over gegaan op de staged variant.
2. Op welke manier zorgt RWS ervoor dat de ISO 15288 processen geïntegreerd worden in de processen van ON of RWS zelf?
Hoe dit geïmplementeerd moet worden, wordt nog onderzocht, men is bezig om de SE-CMM en de ISO 15288 in een matrix te zetten, zodat zichtbaar wordt welke processen van de ISO 15288 overeenkomen met de voorwaarden van SE-CMM.
3. Wordt SE-CMM of soortgelijk meetinstrument gebruikt door RWS?
Extern niet, intern wordt er wel naar de modellen gekeken voor de implementatie van SE.

4. Heeft RWS SE-CMM niveau's vastgelegd welke worden gewenst/geëist?
Nee, volgens Jan de Liefde is dit ook niet wenselijk, een bedrijf (als de BAM) zou zelf moeten bepalen welk SE-CMM niveau het wil bereiken.
5. Zijn er Proces Areas van het SE-CMM die niet van belang zijn voor RWS?
Alle Proces Areas zijn van belang, voor RWS zelf is alleen het acquisitie proces niet van belang, RWS krijgt immers gewoon de opdrachten aangezien het een overheidsorgaan is, voor commerciële bedrijven is het acquisitie proces juist wel van belang.
6. Zijn er Basis Activiteiten, van Proces Areas die er wel toedoen, die niet van belang zijn voor RWS?
 n.v.t.
7. Verplicht of heeft Rijkswaterstaat voorkeur voor het gebruik van bepaalde instrumenten t.b.v. het behalen van een bepaald niveau op een Proces Area?
Nee, dit is volgens Jan ook geen taak van RWS, het gaat om de dienst of het product dat geleverd wordt volgens de eisen. Een bedrijf een instrument opleggen is niet goed, aangezien het goed mogelijk is dat een bedrijf al gebruik maakt van een instrument welke ook of beter voldoet aan de eisen.

Nu scores doornemen:

Bij afwijkingen reden vermelden en bron (en paginanummer) waar dit vastgelegd is.

De scores zijn niet doorgenomen, het systems engineering proces van RWS is niet beschreven in slechts 1 document, ze zijn verdeeld over verschillende documenten en worden uitgevoerd door verschillende afdelingen. RWS doet zelf ook nog onderzoek in hoe Systems Engineering het best geïmplementeerd kan worden.

RWS schrijft zoals gezegd geen SE-CMM niveau's voor en daarom is het niet van belang om alle PA's door te nemen. Wel is Jan's mening (spreekt hier niet voor heel RWS) dat een bedrijf moet streven om op alle PA's niveau 3 te behalen. Dit heeft wel tijd nodig en voor RWS als voor bedrijven zal het enige jaren duren om dit te bereiken. Systems Engineering is toch een cultuuromslag en zal niet snel doorgevoerd kunnen worden. Zowel bij RWS als bij de opdrachtnemers zal het enkele jaren duren voordat het is geïmplementeerd.

Na doornemen scores:

Door het niet voorschrijven van SE-CMM niveaus zijn vragen 1 en 2 van deel 2 niet van toepassing. Vraag drie is niet aanbod gekomen

Deel 2:

1. Zijn er nu nog Proces Areas met een score lager dan 1?
 n.v.t.
2. Zijn er Proces Areas met score hoger dan 2?
 n.v.t.
3. Heeft de Leidraad "Systems Engineering in de GWW-Sector", opgesteld door RWS & ProRail, invloed (gehad) op de wijze waarop RWS nu omgaat met Systems Engineering?
 Ja/Nee:

Bijlage 6: Interview ProRail

Interview ProRail:

Gesprek: 22 mei 2007
Paul Brouwer (ProRail)

Paul Brouwer:

Adviseur contractzaken bij ProRail. Houdt zich bezig met de marktbenadering en dan voornamelijk met de contracttering.

Voor het gesprek is de door mij gemaakte beoordeling van het document van ProRail (Statement of work) en de ISO 15288 norm opgestuurd.

Voor ProRail is Systems Engineering een manier om bij de nieuwe contractvormen (o.a. D&C) de risico's te beheersen.

Bij ProRail is een Kerngroep Systems Engineering samengesteld, bij deze groep zitten de mensen (van ProRail) die het meest van Systems Engineering weten. Deze groep houdt zich bezig met de Systems Engineering vraagstukken binnen ProRail.

Onderstaand zijn de antwoorden op de vragenlijst.

Vragenlijst ProRail:

Interviewer: B. Dimmendaal
Geïnterviewden: Paul Brouwer

Datum: 22 mei 2007

Deel 1:

8. Op welke manier zorgt ProRail ervoor dat de ISO 15288 processen geïntegreerd worden in de processen van ON of ProRail zelf?

In "Statement of Work" zijn processen uit de ISO 15288 opgenomen. ProRail schrijft de ISO 15288 niet voor. Wel RAMS EN 50126 en EN 50129.

9. Wordt SE-CMM of soortgelijk meetinstrument gebruikt door ProRail?

Nee, wordt helemaal niet gebruikt, de kennis van SE als geheel is volgens ProRail nog te gering om het SE-CMM toe te passen.

10. Heeft ProRail SE-CMM niveau's vastgelegd welke worden gewenst/geëist?

Nee, ProRail is van mening dat dit vanuit de opdrachtnemers zelf moet komen en niet voorgeschreven moet worden.

11. Zijn er Proces Areas van het SE-CMM die niet van belang zijn voor ProRail?

PA15 ligt wat verder bij ProRail vandaan, verder zijn PA11 en PA12 voor grootste gedeelte van toepassing op de markt en wat minder voor ProRail zelf.

12. Zijn er Basis Activiteiten, van Proces Areas die er wel toedoen, die niet van belang zijn voor ProRail?

Nee

13. Verplicht of heeft ProRail voorkeur voor het gebruik van bepaalde instrumenten t.b.v. het behalen van een bepaald niveau op een Proces Area?

Ja, ProRail schrijft de verschillende boomstructuren voor zoals de RBS, SBS, FBS en WBS, ook een verificatiematrix wordt voorgeschreven. Hier zijn ook formats voor, welke in principe gevolgd moeten worden, echter een goed alternatief van de opdrachtnemers kant is altijd onderhandelbaar.

Nu scores doornemen:

Bij afwijkingen reden vermelden en bron (en paginanummer) waar dit vastgelegd is.

ProRail schrijft zoals geen SE-CMM niveau's voor en daarom is het niet van belang om alle PA's door te nemen.

Aanvullende documenten (m.b.t. SE-CMM score) bij het Statement of Work zijn:

- *Aanbestedingsleidraad*
- *Beoordelingsprocedure*
- *Standaard basisovereenkomst*

Na doornemen scores:

Deel 2:

4. Zijn er nu nog Proces Areas met een score lager dan 1?

n.v.t.

5. Zijn er Proces Areas met score hoger dan 2?

n.v.t.

6. Heeft de Leidraad "Systems Engineering in de GWW-Sector", opgesteld door RWS & ProRail, invloed (gehad) op de wijze waarop ProRail nu omgaat met Systems Engineering?

Ja, er is meer samenwerking met RWS wat betreft systems engineering. De leidraad is pas uit en samenwerking nog jong, ProRail sluit daarom ook niet uit dat er in de toekomst veranderingen zullen plaats vinden naar aanleiding van de samenwerking.

7. Heeft u misschien nog aanvullingen/opties voor de lijst instrumenten t.b.v. SE?

Ja,

Aanvullingen:

PA 03:

Grafische weergaven, zoals tekeningen van boven- en zijaanzichten, schematiseringen en impressie tekeningen.

PA 04:

Een interne WBS, waarin te zien is welke competenties nodig zijn voor de activiteiten

PA 05:

SBS en WBS, welke ten grondslag liggen aan de raakvlakkenmatrix.

PA 06:

Het gezamenlijk kwantificeren van de risico's (klant en opdrachtnemer).

PA 07:

Validatie d.m.v. overleg met de klant

PA 08:

Verzekerde garantie "Geborgen Gebreken Verzekering" (ProRail doet dit nu nog zelf, maar ziet dit in toekomst als taak voor opdrachtnemer)

PA 09:

Centrale ontwerpadministratie: 1 Partij die basis documenten beheert.

PA 10:

Belangrijk is het koppelen van de risico's aan de activiteiten

Fokker Space voor goed format werkplan.

PA 13:

Gebruik van eenduidige definities binnen de sector (in overeenstemming met ProRail en RWS)

PA 16:

Uitwisselingsformaten afstemmen, bijvoorbeeld alles in pdf en niet in AutoCAD of MS Project formaten die niet iedereen kan uitlezen.

PA 17:

Aansluiting bij brancheorganisaties en kennisorganisaties zoals INCOSE en werkgroep SE van Bouwend Nederland.

Bijlage 7: Inventarisatie Systems Engineering Instrumenten

Inleiding

Aan de hand van verschillende communicatievormen wordt in deze inleiding geprobeerd om te verduidelijken waarom bij Systems Engineering de grafische afbeelding veelvuldig als instrument wordt gebruikt.

“Communicatie is een proces waarbij men tracht een bepaald begrip over te dragen uit het ene voorstellingskader (de zender of de bron waarin zij wordt vervaardigd) naar een ander (de ontvanger) door middel van informatie die, volgens afspraak, naar dat begrip verwijst. Communicatie vindt plaats met behulp van tekensystemen en andere uitdrukkingsvormen.”
(<http://nl.wikipedia.org/wiki/Communicatie>)

Hieronder zullen drie vormen besproken worden, namelijk tekst, grafische afbeelding en wiskundige formules.

Tekst:

“Een tekst, ruim gedefinieerd, is een reeks talige tekens, zoals letters, symbolen of klanken, die in een communicatieve situatie als een geheel wordt ervaren. Een tekst kan dus zowel geschreven als ongeschreven zijn.” (<http://nl.wikipedia.org/wiki/Tekst>)

Grafische afbeelding:

Grafische communicatie gebeurt in de vorm van afbeeldingen, deze kunnen bestaan uit tekens, symbolen en figuren. Voorbeelden zijn grafieken, diagrammen, schema's, tekeningen. Het voordeel van grafische afbeeldingen ten opzichte van tekst is dat in een afbeelding (complexe) zaken in één beeld worden gevat waardoor deze makkelijker te begrijpen zijn. Afbeeldingen kunnen eventueel verduidelijkt worden met tekstuele uitleg.

Wiskundige formules:

Wiskunde kan ook gezien worden als een vorm van communicatie, via wiskundige formules kan informatie overgedragen worden. Een lijn kan bijvoorbeeld uitgedrukt worden in een formule, iedere wiskundige kan met behulp van de formule de lijn reproduceren. Het voordeel van wiskunde is dat het precies en eenduidig is.

Systems Engineering wordt gebruikt om overzicht te krijgen bij (veelal) complexe projecten. De communicatievorm “grafische afbeelding” heeft de eigenschap om complexe zaken in één beeld te vatten en zodoende overzicht te bieden.

Grafische afbeeldingen worden dan ook veelvuldig gebruikt, bijvoorbeeld: boomstructuren, matrices en diagrammen. In de volgende paragraaf wordt een inventarisatie van deze grafische instrumenten weergegeven.

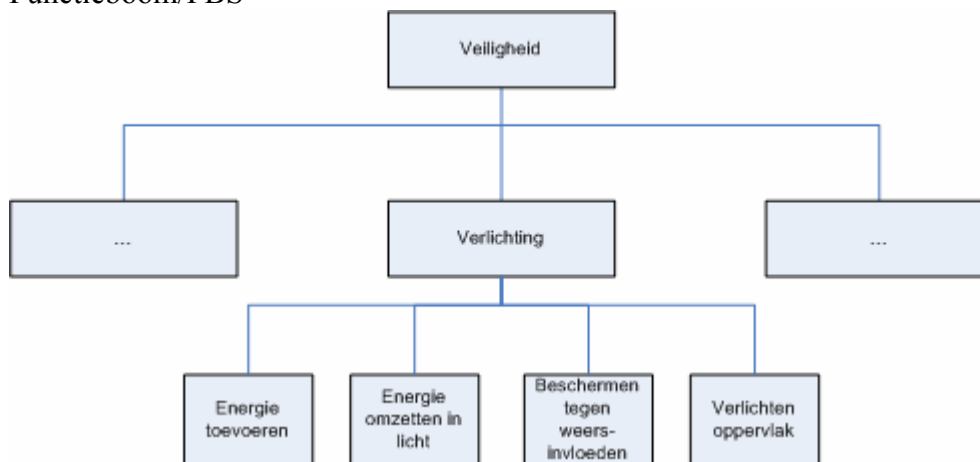
SE-instrumenten

Binnen Systems Engineering wordt veel gebruik gemaakt van instrumenten. Veel van deze instrumenten brengen meer structuur en overzicht aan op de processen binnen een project, door de processen te “vertalen” naar afbeeldingen. De volgende pagina’s geven de instrumenten die zijn gevonden bij de inventarisatie van SE instrumenten. Deze inventarisatie is opgesteld met behulp van gesprekken binnen BAM Wegen Oost en er is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Department of Defense (2001) Systems Engineering Fundamentals. Fort Belvoir: Defense Acquisition University Press
- ProRail & Rijkswaterstaat (2007) Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector
- Bate, R. (1995) A Systems Engineering Capability Maturity Model Version 1.1. Pittsburgh: Carnegie Mellon University
- Diverse interne documenten van BAM-O (o.a. KAM-Handboek en het Projectmanagementplan N50)

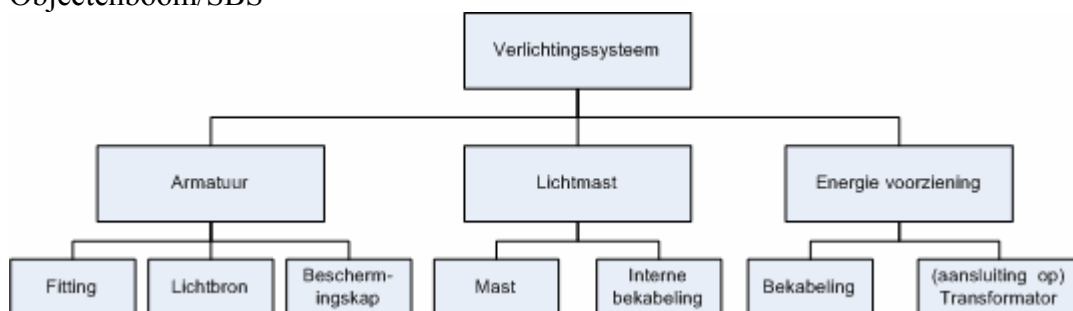
Boomstructuren

Functieboom/FBS



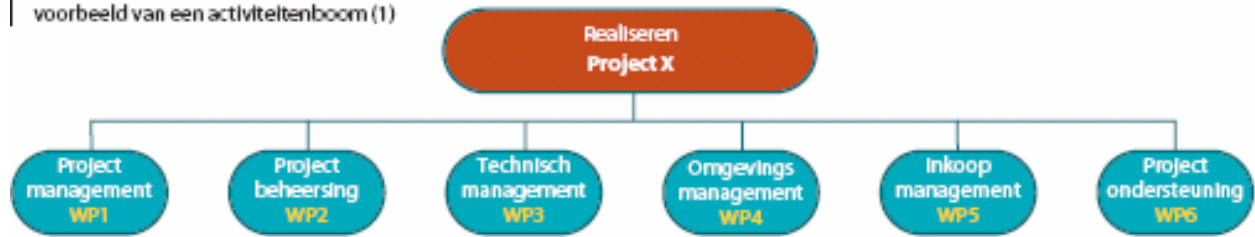
Eisenboom/RBS

Objectenboom/SBS



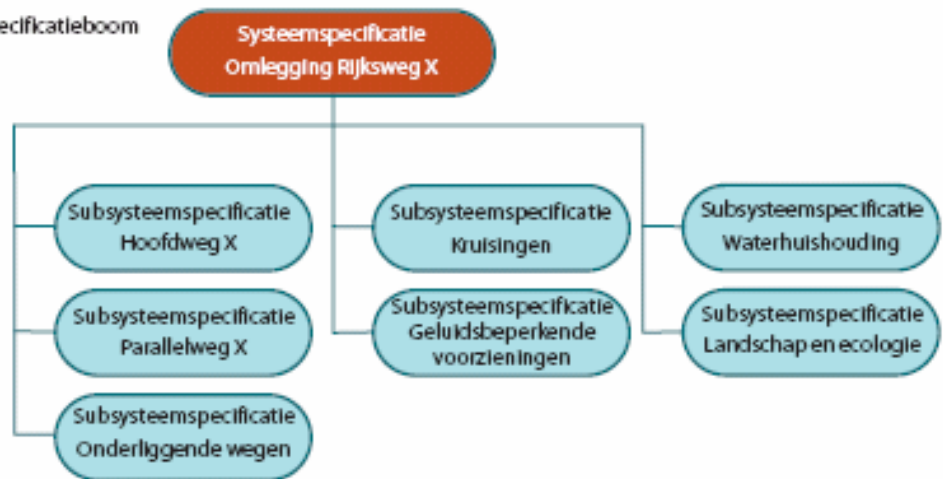
Activiteitenboom/WBS

voorbeeld van een activiteitenboom (1)



Specificatieboom

uitgewerkt voorbeeld van een specificatieboom

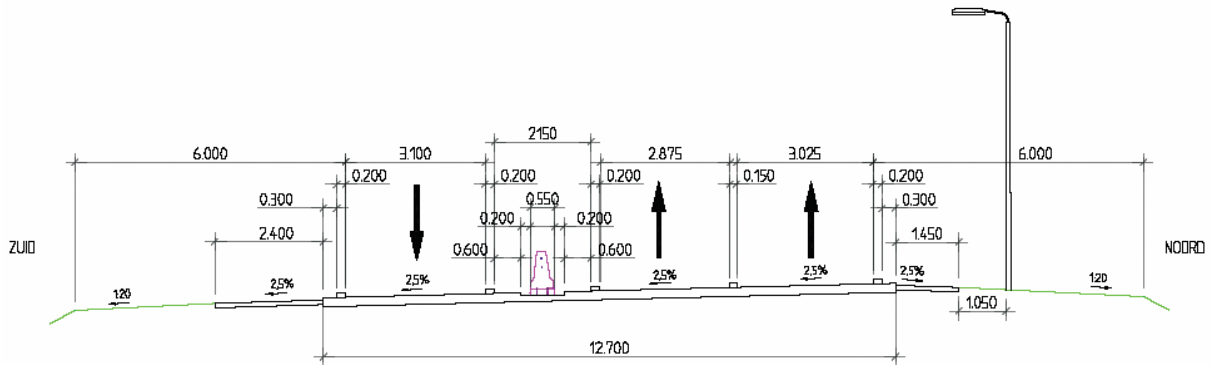


Overlegstructuur

Deelnemers:	
Voorzitter:	
Frequentie:	
Bevoegdheden:	
Agendapunten:	

Tekeningen

Technische tekening

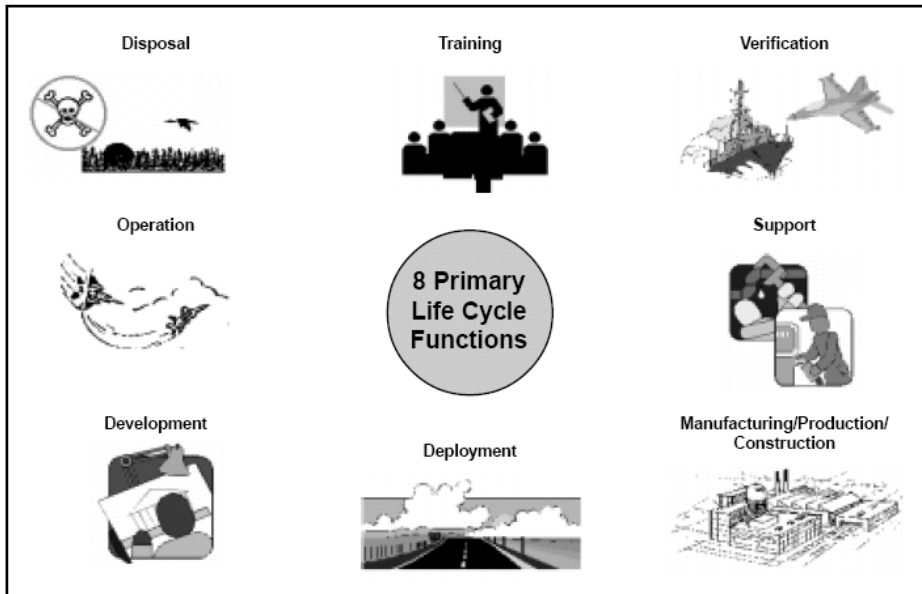


Impressietekening



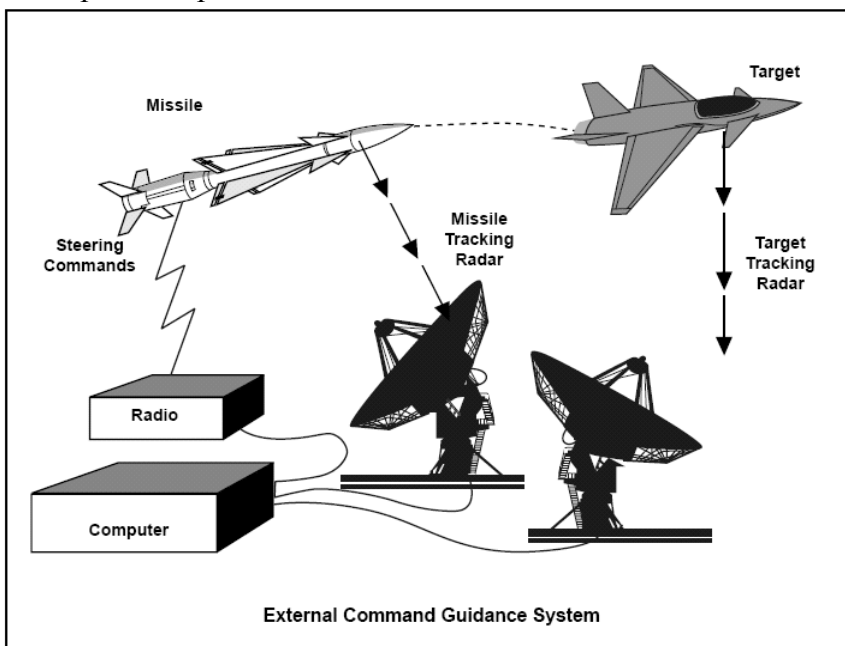
(www.maartendonders-sculptures.com)

Figuratieve weergave



(Department of Defense, 2001)

Concept Description Sheet



(Department of Defense, 2001)

Tabellen en matrices

Requirement Allocation Sheet

Requirements Allocation Sheet	Functional Flow Diagram Title and No. 2.58.4 Provide Guidance Compartment Cooling	Equipment Identification		
Function Name and No.	Functional Performance and Design Requirements	Facility Rqmnts	Nomenclature	CI or Detail Spec No.
2.58.4 Provide Guidance Compartment Cooling	The temperature in the guidance compartment must be maintained at the initial calibration temperature of +0.2 Deg F. The initial calibration temperature of the compartment will be between 66.5 and 68.5 Deg F.			
2.58.4.1 Provide Chilled Coolant (Primary)	A storage capacity for 65 gal of chilled liquid coolant (deionized water) is required. The temperature of the stored coolant must be monitored continuously. The stored coolant must be maintained within a temperature range of 40–50 Deg F. for an indefinite period of time. The coolant supplied must be free of obstructive particles 0.5 micron at all times.			

(Department of Defense, 2001)

WBS Dictionary

Index Item No. 2				WBS Level 2		CONTRACT NUMBER F33657-72-C-0923	
WBS Element A10100		WBS Title Air Vehicle		Contract Line Item: 0001, 0001AA, 0001AB, 0001AC, 0001AD 0001AE, 0001AF, 0001AG, 0001AH			
Date Chg	Revision No.	Revision Auth	Approved				
Specification No. 689E078780028		Specification Title: Prime Item Development Specification for AGM 86A Air Vehicle/ Airframe					
Element Task Description <i>Technical Content:</i> The Air Vehicle element task description refers to the effort required to develop, fabricate, integrate and test the airframe segment, portions of the Navigation/Guidance element, and Airborne Development Test Equipment and Airborne Operational Test Equipment and to the integration assembly and check-out of these complete elements, together with the Engine Segment, to produce the complete Air Vehicle. The lower-level elements included and summarized in the Air Vehicle element are: Airframe Segment (A11100), Navigation/Guidance Segment (A32100), Airborne Development Test Equipment (A61100), and Airborne Operational Test Equipment (A61200).				Cost Description MPC/PMC A10100 Work Order/Work Auth See lower level WBS Elements <i>Cost Content – System Contractor</i> The cost to be accumulated against this element includes a summarization of all costs required to plan, develop, fabricate, assemble, integrate and perform development testing, analysis and reporting for the air vehicle. It also includes all costs associated with the required efforts in integrating, assembling and checking our GFP required to create this element. Applicable SOW Paragraph 3.6.2			

(Department of Defense, 2001)

Risicokaart:

Fase	Omschrijving	Perc.: %	Gevolg: €	Risico: -/-	Kans: +/-
Saldo €					
Besluit €					

(KAM-Handboek)

Multicriteria-analyse

Trade-off matrix

Decision Factors Alternatives	Range Wt. = 2.0		Speed Wt. = 1.0		Payload Wt. = 2.5		Weighted Total
	U	W	U	W	U	W	
Transport System 1	.8	1.6	.7	.7	.6	1.5	3.8
Transport System 2	.7	1.4	.9	.9	.4	1.0	3.3
Transport System 3	.6	1.2	.7	.7	.8	2.0	3.9
Transport System 4	.5	1.0	.5	.5	.9	2.25	3.75
Key: U = Utility value W = Weighted value							

(Department of Defense, 2001)

Raakvlakkenmatrix

 versie 3
 datum 25-9-2006

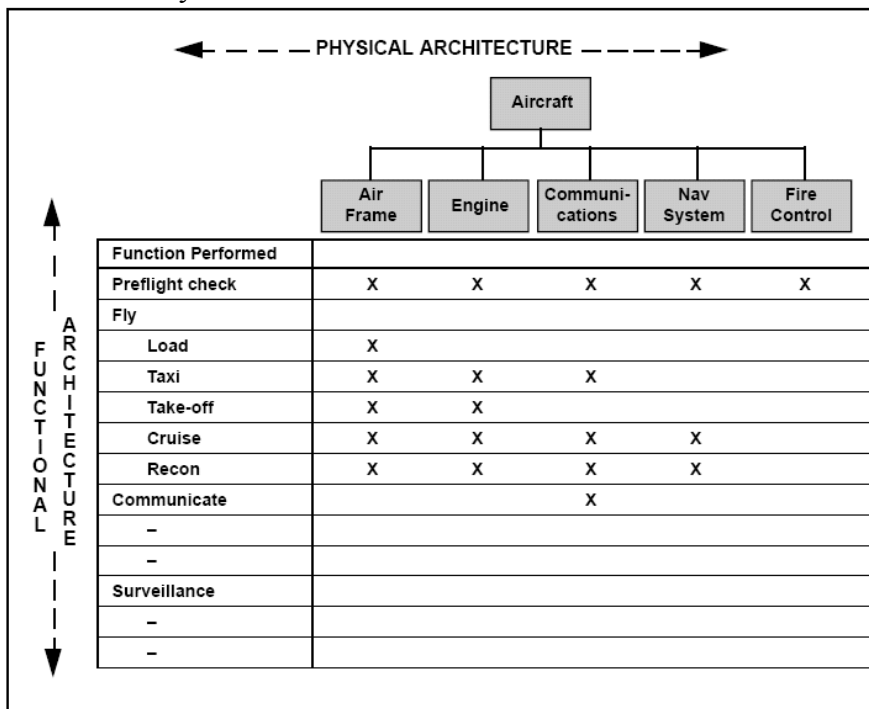
 L Opgave door
 O Opgave aan

Objecten waartussen raakvlakken bestaan			Omschrijving van raakvlakken tussen Objecten	Multiconsult	Delta Marine Consult	v/d Berg	Peek	Van Oord	van Herwijnen	BAM geleiderail	Projectbureau BAM	Rijkswaterstaat
raakvlak nr.	object 1	object 2										
1	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	B.1 KW 1	Dwarsprofiel, Alignment	L	O							
2	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	B.2 KW 2	Dwarsprofiel, Alignment	L	O							
3	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	B.3 KW 3	Dwarsprofiel, Alignment	L	O							
4	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	A.1.07 Verlichting	Ontwerp en lokatie OV in dwarsprofiel	L		O						
5	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	A.1.07 Verlichting	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O		O	L					
6	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	A.1.08 Bewegwijzering	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O			L					O
7	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Combinatiemogelijkheden OV-VRI-ANWB	O			L					
8	A.2.2 Kabels en leidingen	A.1.01 Wegverharding	Ligging bestaande K&L ten opzichte van nieuwe verharding	O							L	
9	A.2.2 Kabels en leidingen	A.1.07 Verlichting	Lokatie nieuwe K&L	O		L					O	
10	A.2.2 Kabels en leidingen	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Lokatie nieuwe K&L	O			L				O	
11	A.2.2 Kabels en leidingen	A.3.2 Slagboominstallaties	Lokatie nieuwe K&L	O			L				O	
12	A.2.2 Kabels en leidingen	B.1 KW 1	Ligging bestaande K&L ten opzichte van damwanden		O						L	
13	A.2.2 Kabels en leidingen	B.2 KW 2	Benodige mantelbuizen t.b.v. K&L		O						L	
14	A.2.2 Kabels en leidingen	B.3 KW 3	Ligging bestaande K&L ten opzichte van damwanden		O						L	
15	A.3.1 VRI Zalkerbroek	A.3.2 Slagboominstallaties	Koppeling slagboominstallaties aan VRI automaat				L,O					
16	A.1.07 Verlichting	A.3.3 Combifiters Zalkerbroek	Voeding combifiters	O		L						O
17	A.1.07 Verlichting	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Voeding VRI	O		L	O					
18	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	A.3.1 VRI Zalkerbroek	Aanbrengen lussen. Halfverharding t.p.v. lussen later aanbrengen t.b.v. aansluiten lussen	O		L					O	
19	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Afstemming barrier t.p.v. voegovergang		L				O			
20	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op stalen barrier		O					L		
21	B.1.2 voertuigkering	A.1.10 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op halve stepbarrier KW1		L					O		
22	B.3.2 Voertuigkering	A.1.10 Voertuigkering	Aansluiting geleiderail op halve stepbarrier KW3		L					O		
23	A.1 Wegvak N50 Hattermerbroek - Kampen Zuid	B.2 KW 2	Dikte asfalt dikte op kunstwerk	L	O							
24	A.1.07 Verlichting	B.1 KW 1	Afstemmen stramien masten en schaduwwerking t.p.v. viaduct	O		L						
25	A.1.07 Verlichting	B.3 KW 3	Afstemmen stramien masten en schaduwwerking t.p.v. viaduct	O		L						
26	A.1.10 Voertuigkering	B.2.2 Voertuigkering	Aansluiting barrier op prefab barrier op KW 2		L				O			

Verificatiematrix

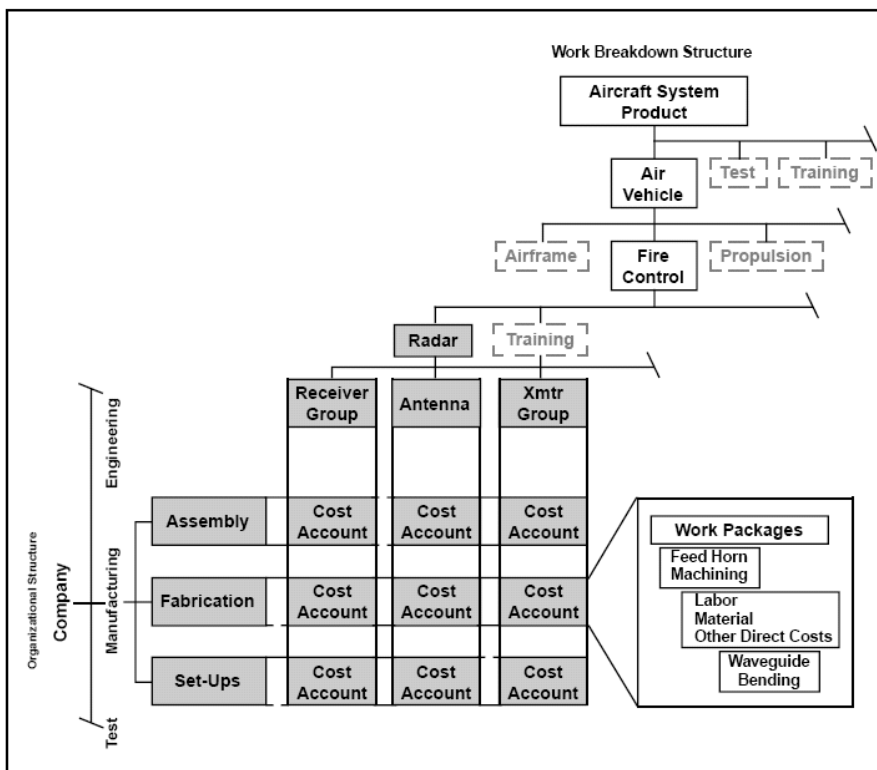
WEG: geleiden	omschrijving	bovenliggende eis	onderliggende eis	door	verificatie document 1	verificatie document 2	soort verificatie
1500.01	De dikte van de markering dient ten minste 2,7 mm en maximaal 3,3 mm te bedragen.	1000.04		RWS	WP Markering		Document Reviews
1500.02	De markering dient de afwatering van de weg niet te belemmeren.	1000.04		RWS	WP Markering		Document Reviews
1500.03	Het markeringsmateriaal dient oplosmiddelarm te zijn.	1000.04		RWS	WP Markering		Document Reviews
1500.04	Niet tijdelijke markeringen dienen te bestaan uit thermoplastisch materiaal.	1000.04		RWS	ON Wegen		Document Reviews
1500.05	De stroefheid van een markering uitgevoerd in markeringsmateriaal met een droge laagdikte van minder dan 0,5 mm moet voldoen aan klasse S2; de Stroefheid van een markering uitgevoerd in een droge laagdikte van 0,5mm en meer moet voldoen aan klasse S23.	1000.04		RWS	Keuringsplan		Inspecties

Functional/Physical matrix



(Department of Defense, 2001)

WBS Control matrix



(Department of Defense, 2001)

Lijsten

Lijst standaard verificatie methoden

Lijst goedgekeurde documenten

Tijdslijnen

Planning

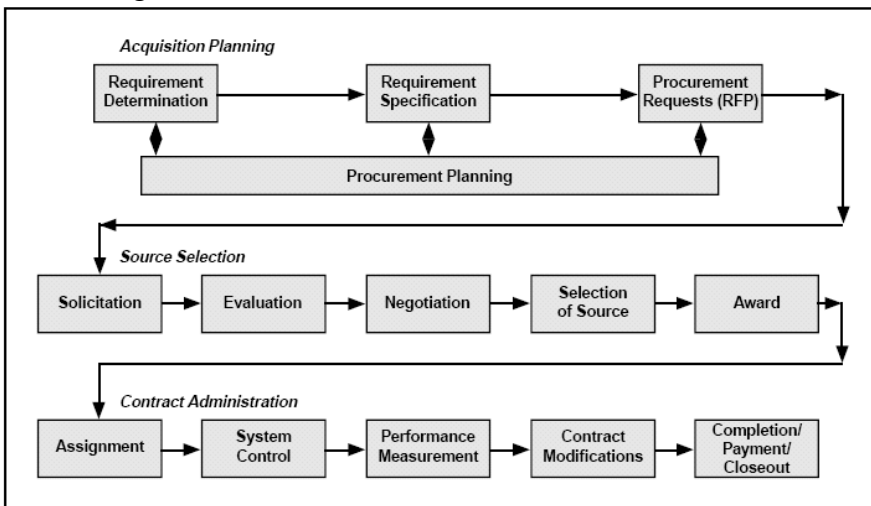
Timeline Analysis Sheet

Function		Hours									
Number	Name	30	25	20	15	10	5	4	3	2	
3.1.1	Provide ground power	[Bar chart showing activity from 30 to 2 hours]									
3.1.2	Provide vehicle air conditioning	[Bar chart showing activity from 30 to 2 hours]									
3.1.3	Install and connect batteries	[Bar chart showing activity from 25 to 23 hours]									
3.1.4	Install ordnance	[Bar chart showing activity from 25 to 20 hours]									
3.1.5	Perform stray voltage checks and connect ordnance	[Bar chart showing activity from 20 to 18 hours]									
3.1.6	Load fuel tanks	[Bar chart showing activity from 20 to 15 hours]									
3.1.7	Load oxidizer tanks	[Bar chart showing activity from 15 to 10 hours]									
3.1.8	Activate guidance system	[Bar chart showing activity from 10 to 7.5 hours]									
3.1.9	Establish propulsion flight pressure	[Bar chart showing activity from 5 to 4 hours]									
3.1.10	Telemetry system "on"	[Bar chart showing activity from 4 to 1.5 hours]									

(Department of Defense, 2001)

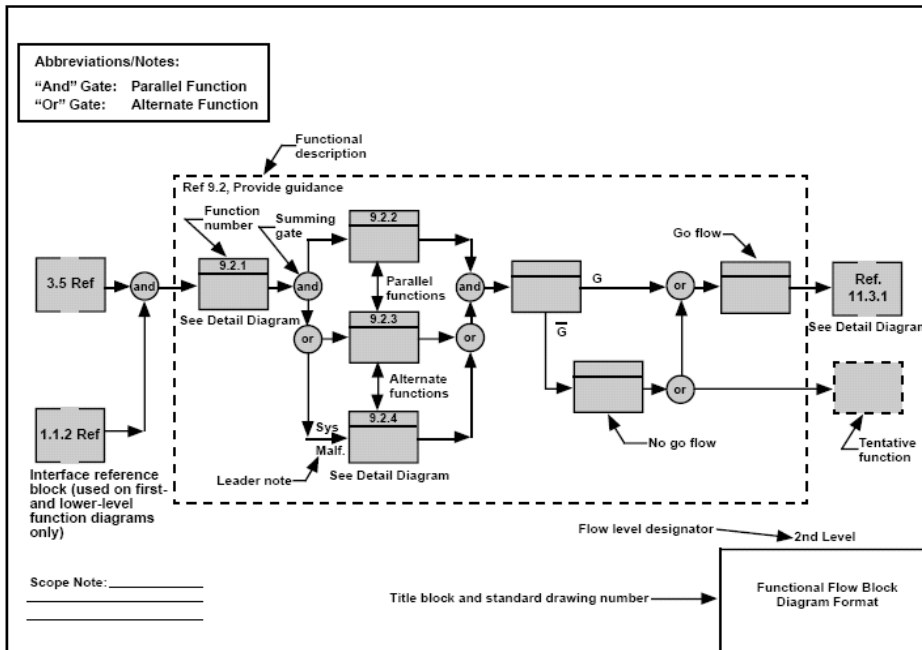
Diagrammen/Schema's

Stroomdiagram



(Department of Defense, 2001)

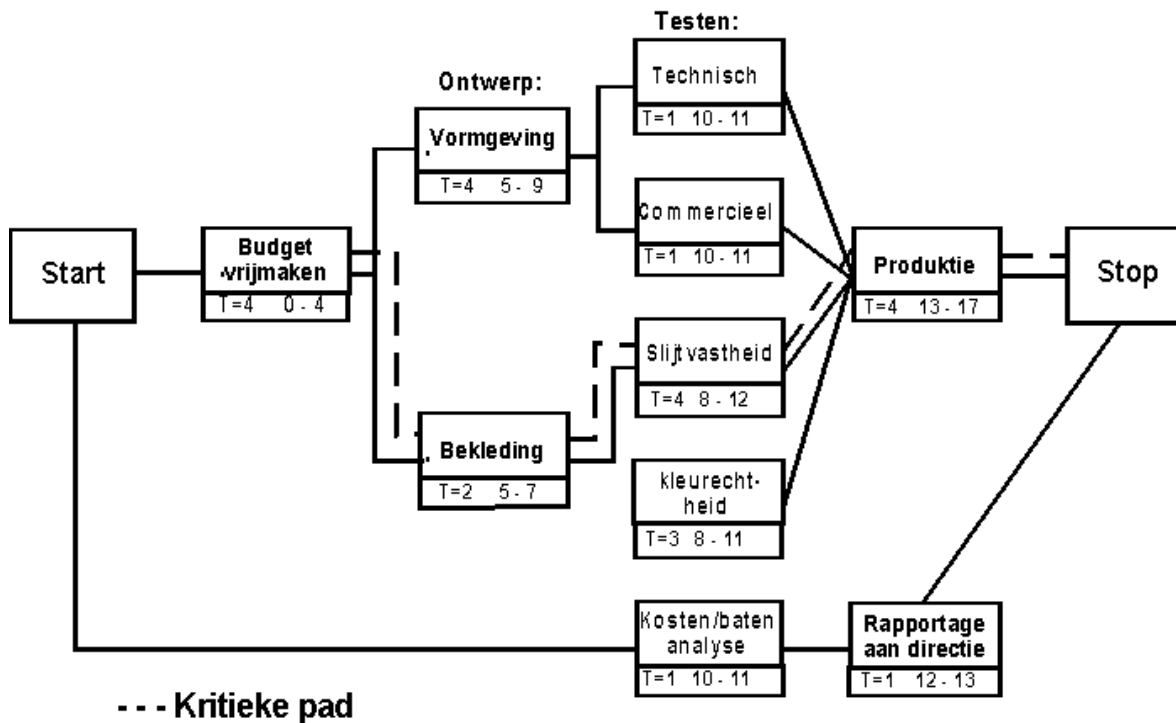
Functional Flow Block Diagram



(Department of Defense, 2001)

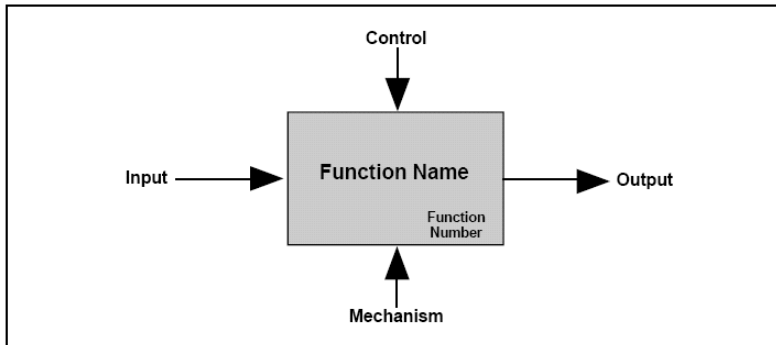
Netwerkdigram

Netwerkplanning



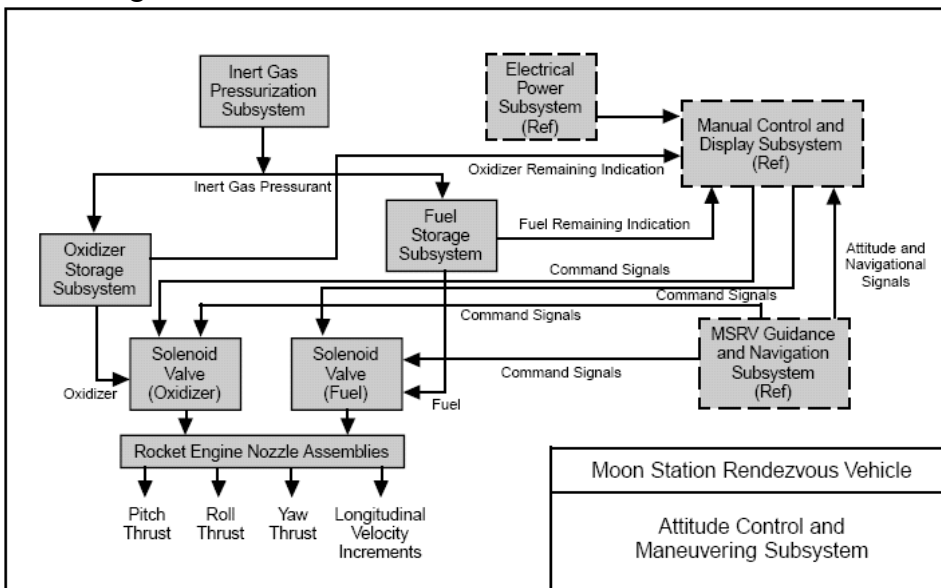
(www.adburdias.nl)

IDEF0



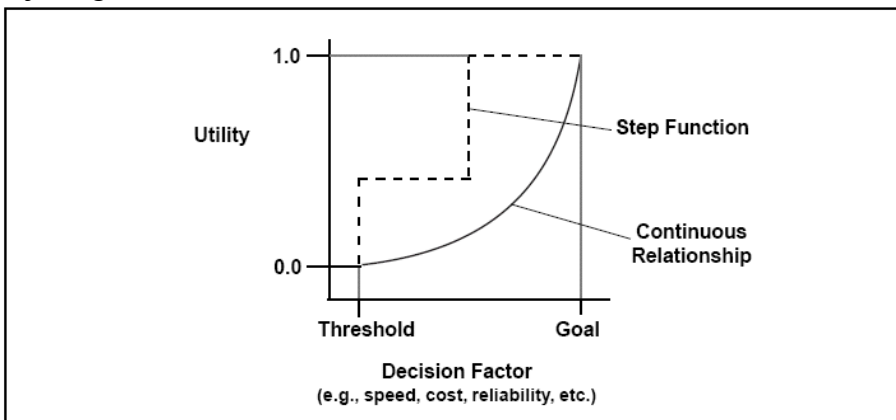
(Department of Defense, 2001)

Block Diagram



(Department of Defense, 2001)

Lijndiagram



(Department of Defense, 2001)

Plannen en Procedures SE

In deze paragraaf worden de plannen en procedures ten behoeve van Systems Engineering besproken. De onderverdeling van SE-CMM in drie categorieën (Techniek, Management en Organisatie) wordt hier aangehouden. SE-CMM gaat ervan uit dat de kwaliteit van een product de directe functie is van (tenminste) de processen, de techniek en de mensen. Hieruit komt de onderverdeling van SE-CMM in drie categorieën: techniek, management en organisatie. De categorie management heeft hier betrekking op de processen, de categorie organisatie op de mensen en de categorie techniek uiteraard op techniek. SE-CMM deelt de categorieën verder op in proces areas, deze verdeling wordt hier ook gevolgd, de beschreven plannen hebben betrekking op de proces areas. Proces areas zijn essentiële elementen die nodig zijn voor een goede Systems Engineering. De plannen geven invulling aan de proces areas, het goed uitvoeren van de plannen zal zodoende leiden tot goede Systems Engineering. Hieronder staat een beschrijving van de plannen met mogelijk te gebruiken instrumenten, bij verdere uitwerking zal een keuze gemaakt moeten worden voor het te gebruiken instrument.

Doel is om deze plannen als basis te laten dienen voor het Systems Engineering proces van BAM-O.

De volgorde van de plannen volgt nummering van de proces areas, er is geen vaste volgorde voor het maken van deze plannen, veel van deze processen zullen parallel met elkaar lopen. Voor de duidelijkheid staat het nummer, van de bijbehorende proces areas, tussenhaakjes achter de plannen.

Categorie Techniek

Alternatieven analyse (1):

Uitvoeren van studies en analyses waaruit een oplossing volgt die past bij het probleem. De alternatieven analyse kan op meerdere niveaus en onderdelen plaatsvinden. Zo kan deze gebruikt worden bij de afweging tussen verschillende alternatieven van het gehele ontwerp, maar ook bij keuze op onderdelen uit het ontwerp.

- Eerst moeten de beoordelingscriteria waarop de alternatieven worden beoordeeld worden vastgelegd.
- Vervolgens kunnen alternatieven worden opgesteld. Een brainstormsessie kan hierbij helpen.
- In een trade-off matrix wordt per beoordelingscriteria gekeken hoe goed de alternatieven op de criteria scoren.
- De alternatieven worden gerangschikt en het hoogst scorende alternatief wordt geselecteerd.

Eisen analyse (2):

Systeem eisen en andere eisen analyseren om tot een gedetailleerde set eisen te komen.

- Eerst zullen de actoren van het systeem in kaart moeten worden gebracht.
- Samen met de actoren moeten de functies bepaald worden van het systeem. Deze functies kunnen worden vastgelegd en gedeconponeerd in een functieboom of Functional Flow Block Diagram.
- Eisen kunnen met behulp van de 15 taken van IEEE P1220 worden vastgesteld, in een eisenboom kunnen deze eisen worden vastgelegd en gedeconponeerd.
- Vanuit de functieboom en eisenboom kan gewerkt worden naar een objectenboom, waarin de objecten van het systeem worden vastgelegd. Deze objecten moeten de functies uit de functieboom vervullen en aan de eisen van de eisenboom voldoen.
- De objectenboom dient weer als uitgangspunt voor de activiteitenboom waarin de activiteiten worden vastgelegd die nodig zijn voor het realiseren van het systeem.

Systeem architectuur (3):

- De objectenboom is het uitgangspunt, per object kunnen eisen, raakvlakken en randvoorwaarden gegroepeerd worden, vastgelegd in de boomstructuur is dit de specificatieboom.
- Verschillende alternatieven kunnen verder uitgewerkt worden in de vorm van technische tekeningen, schematiseringen, Concept Description Sheet en impressie tekeningen.

Integratieplan (disciplines) (4):

Vaststellen benodigde disciplines en omgeving creëren waarin ze gezamenlijk en effectief werken naar een gemeenschappelijk doel.

- Het laten samenwerken van de verschillende disciplines kan bevorderd worden door ze bij elkaar te plaatsen. Hierdoor wordt de communicatiedrempel verlaagd en wordt het onderlinge begrip bevorderd. In praktijk betekent dit dat het ontwerp op locatie moet plaatsvinden.
- Bij de project startup moeten de problemen van de verschillende disciplines in kaart worden gebracht en moet samenwerking worden vastgelegd. Een overlegstructuur kan in de vorm van een boomstructuur worden vastgelegd. Met een raakvlakkenmatrix kan in kaart worden gebracht welke disciplines raakvlakken met elkaar hebben.
- Een interne activiteitenboom waarin ook de competenties per activiteit zijn weergegeven is een hulpmiddel om te bepalen welke disciplines nodig zijn.

Integratieplan (systemen) (5):

Vaststellen, omschrijven en beheersen van raakvlakken om zeker te stellen dat systeem elementen als geheel functioneren.

- Raakvlakken kunnen worden beheerd en vastgesteld in een raakvlakkenmatrix.
- Met behulp van de raakvlakken kan een integratiestrategie worden opgesteld, die in de planning kan worden vastgelegd.
- De planning en raakvlakkenmatrix moeten up-to-date worden gehouden en worden gecommuniceerd met de betreffende actoren.

Klantbehoefte en verwachtingen inventarisatieplan (6):

Het loskrijgen, stimuleren, analyseren en communiceren van klantbehoefte en verwachtingen om beter begrip te krijgen van wat de klant tevreden stelt.

- Een trade-off matrix kan helpen om er achter te komen wat de klant wil. Hierin kunnen verschillende alternatieven worden voorgesteld en samen met de klant kan gekeken worden welke criteria het belangrijkste zijn. Op basis hiervan zullen alternatieven afvallen en een of meer alternatieven overblijven.
- De overgebleven alternatieven kunnen verder worden uitgewerkt, waarna nogmaals een afweging wordt gedaan.
- Het uitwerken van impressietekeningen kan vaak helpen om de klant een beeld te geven van de alternatieven.

Verificatieplan (7):

Verzekeren dat de ontwikkelde werkproducten aan alle eisen voldoen.

- Verificatie kan gebeuren met behulp van een verificatiematrix.
- Een verificatiematrix geeft een overzicht van de eisen waaraan de objecten moeten voldoen. In de matrix wordt aangegeven aan welke eisen de objecten moeten voldoen,

de verificatie methode. De verificatiemethode moet worden uitgevoerd en vervolgens moet worden aangegeven of aan de eisen voldaan is.

- In de keuringsplannen staat hoe en wat er gekeurd wordt, de keuring wordt vastgelegd in keuringsrapporten.
- Met de keuringsrapporten kan de verificatiematrix worden ingevuld en daarmee worden gecontroleerd of aan de eisen voldaan is.
- Bij het niet voldoen aan een eis, moet de vervolgactie worden aangegeven, dit gebeurt totdat de gehele verificatiematrix voldoet.

Validatieplan (7):

Nagaan of de oplossing voldoet aan de behoeften van de klant.

- Validatie kan gebeuren door middel van overleg met de klant. Bijvoorbeeld door uitgewerkte alternatieven voor te leggen aan de klant.

Categorie Management:

Kwaliteitsplan (8):

Doel is niet alleen het sturen op de kwaliteit van het systeem, maar ook op de kwaliteit van het proces dat gebruikt wordt voor het creëren van het systeem en de mate waarin het project het vastgestelde proces heeft gevolgd.

- Het KAM-Handboek beschrijft het management systeem van de organisatie (BAM-O).
- Projectkwaliteitsplan (PKP)
In het PKP wordt de organisatie en aanpak met betrekking tot het proces kwaliteitsborging toegelicht, zoals het deelproces audit, bewaking en beheersing van afwijkingen en een overzicht van de relevante procedures voor het bouwproces en van het kwaliteitsmanagementsysteem.
- Voor de beheersing en bewaking van afwijkingen beschikt BAM-O over een database (Boulevard) waarin afwijkingen worden vastgelegd en beheerst.
- Iedereen op een werk heeft de verantwoordelijkheid afwijkingen te melden, via keuringen kunnen ook afwijkingen vastgesteld worden, deze worden vastgelegd in keuringsrapporten. Ook uit audits kunnen afwijkingen naar voren komen.
- Verzekerde garantie “Verborgene gebreken verzekering”:
“Deze verzekering vereist controle tijdens de uitvoering en een goedkeuringsverklaring na oplevering door een onafhankelijk bureau. Dit onafhankelijk bureau, ook wel Technische Inspectie Dienst (TID) genaamd verzamelt informatie voor verzekeraars. De TID verzamelt documenten, voert onderzoek uit naar het ontwerp en doet inspecties. Op basis van de informatie adviseert zij de verzekeraars over de te verzekeren risico’s.
Bijkomend voordeel van de controles en inspecties is een betere schadepreventie en daardoor een toename van de kwaliteit in het werk.”
(http://www.aon.com/nl/nl/prod/construction/verborgen_gebreken.jsp)

Configuratiemanagementplan (9):

Het beheren van data en status van vastgestelde configuratie-eenheden en het analyseren en beheersen van veranderingen. Zodat de actoren worden voorzien van de accurate en actuele data en status van de configuratiedata.

- De standaard procedure voor documentbeheer en beoordelingdocumenten (KAM-Handboek) geeft aan hoe e.e.a. wordt aangepakt.

- De standaardlijst goedgekeurde documenten (KAM-Handboek) is een hulpmiddel om te zorgen dat iedereen bekend is wat de accurate en actuele data is.
- Een centrale ontwerpadministratie (1 partij die basis documenten beheert) zorgt voor duidelijkheid en een ieder weet dan waar hij terecht kan voor de accurate en actuele data. (Opmerking: vaste nummering methode voor status en versie)
- De overgangen tussen verschillende processtappen kunnen producten opleveren zoals een specificatie die formeel als “baseline” wordt bevroren, zodat bijvoorbeeld deze in een contract of in een bestuursovereenkomst kan worden opgenomen. Ook op de overgang tussen bepaalde detailniveaus (in het engineeringproces wordt deze overgang gemarkeerd door een ontwerpnota) kunnen we producten bevriezen in een “baseline”. (ProRail&RWS, 2007)

Risicoplan (10):

Doel is het vaststellen, toegankelijk maken, monitoren en verlagen van de risico's.

- In het risicomangementplan vindt is een gedetailleerd stroomschema van de analysemethode volgens RISMAN weergegeven.
- Risico's kunnen bepaald worden door middel van discussies tussen de verschillende actoren, in ieder geval (opdrachtnemer en opdrachtgever).
- De risico's worden bij BAM-O vastgelegd op de risicokaart of in het risicodossier. De risicokaart is een analoge lijst, het risicodossier is een digitale database. Van de risico's moeten de volgende onderdelen beschreven worden: omschrijving, omvang, consequentie, verlagende handeling(en), status en actiehouder.
- De risico's moeten gekoppeld worden aan de activiteiten, dit kan door ze in de werkplannen, die voor de activiteiten worden geschreven, op te nemen.
- Het gebruik van werkplannen zorgt ook voor risicoverlaging, het zorgt voor betere overdracht tussen ontwerp en uitvoering en verkleind daarmee de kans op fouten.

Monitor en beheersplan (11):

Doel is het leveren van adequate zichtbaarheid van de werkelijke voortgang en risico's.

- Met behulp van de afwijkingregistratie (Boulevard) worden de afwijkingen van het voorgeschreven proces inzichtelijk gemaakt.
- Door het uitvoeren van keuringen, welke beschreven zijn in de keuringsplannen, kan door de resultaten te vergelijken met de eisen gekeken worden of voldaan wordt aan de eisen. Naar aanleiding van afwijkingen kunnen corrigerende handelingen worden toegepast.
- In de wekelijkse bouwvergaderingen kan de voortgang besproken worden en kunnen eventuele “nieuwe” risico's worden opgenomen in de database en vervallen risico's worden geschrapt.
- De activiteitenboom en de planning geven een goed overzicht van de geplande voortgang, de werkelijke voortgang kan hierop aangegeven worden, en zo kan gezien of er activiteiten voor of achterop schema liggen en wat de eventuele gevolgen hiervan zijn. Op basis hiervan kunnen corrigerende handelingen worden toegepast.

Planning (12):

- De activiteitenboom en de raakvlakkenmatrix kunnen als basis dienen voor de te maken planning. Waarbij de onderlinge raakvlakken tussen de activiteiten de volgorde van uitvoering bepalen. Voor het maken van de planning beschikt BAM-O over MS Project.

Categorie Organisatie:

Systems Engineering Handleiding (13):

Doel is het creëren en managen van de systems engineering processen van de organisatie, welke vervolgens aangepast kunnen worden aan een project.

- In de "handleiding procedures en instrumenten t.b.v. SE, staan de verschillende procedures en bijbehorende instrumenten die BAM-O toepast. Deze procedures en instrumenten vormen het uitgangspunt bij een project dat volgens SE wordt uitgevoerd.

Systems Engineering verbeteringsprocedure (14):

Doel is het behalen van concurrentievoordeel door continue verbetering van effectiviteit en efficiency van de systems engineering processen.

- Evaluaties vormen een belangrijk onderdeel van verbetering van de processen. Er zijn verschillende vormen van evaluaties: projectevaluatie (intern) of projectevaluatie door klant (extern). Evaluatie kunnen bestaan uit vragenlijsten die (meestal na afloop van een project) ingevuld kunnen worden, dit kan individueel en/of collectief (met meerdere personen) gebeuren. Leermomenten uit de evaluatie(s) moeten worden beoordeeld of ze project specifiek zijn of algemeen van aard. Indien ze algemeen gelden, dienen ze als verbetering in de handleiding te worden verwerkt.
- Afwijkingen kunnen wijzen op fouten in de processen, daarom is een aparte evaluatie van de afwijkingen van belang, hierbij moet gekeken worden of afwijkingen projectspecifiek zijn of algemeen van aard.
- De wijzigingen/verbeteringen moeten aan de betrokken actoren worden gecommuniceerd, dit kan met document beheerplan voor de handleiding.

Assortimentontwikkelingsplan (15):

Gebeurt op landelijk niveau, niet door regio's.

Systems Engineering ondersteuningsplan (16):

Doel het leveren van de technologische omgeving die nodig is voor de productontwikkeling en uitvoering van het proces.

- Binnen een project kan een aparte functie (System Engineer) worden gecreëerd voor de uitvoering en beheersing van het Systems Engineering proces.
- Software ter vergemakkelijking van Systems Engineering processen kan worden aangeschaft.

Kennis en vaardigheden voorzieningsplan (17):

Doel is te verzekeren dat projecten en de organisatie de nodige kennis en vaardigheden hebben om de project- en organisatiedoelen te behalen.

- Met functionerings- en beoordelingsgesprekken wordt gekeken wordt het huidige personeel beoordeeld. Wanneer de kwaliteiten van het huidige personeel niet meer voldoet aan de behoefte van de organisatie kunnen deze met behulp van cursussen en opleidingen opgeschroefd worden, dit wordt opgenomen in het persoonlijk opleidingsplan. Mocht dit niet voldoende zijn dan wordt nieuw personeel geworven.
- Aansluiting bij branche organisaties (b.v. INCOSE en werkgroep SE van Bouwend Nederland) zorgt ervoor dat de organisatie op de hoogte blijft van de laatste ontwikkelingen.

Leveranciers coördinatieplan (18):

Doel is het sturen van de organisatiebehoefte door het effectief managen van de delen van productwerk welke uitgevoerd wordt door andere organisaties.

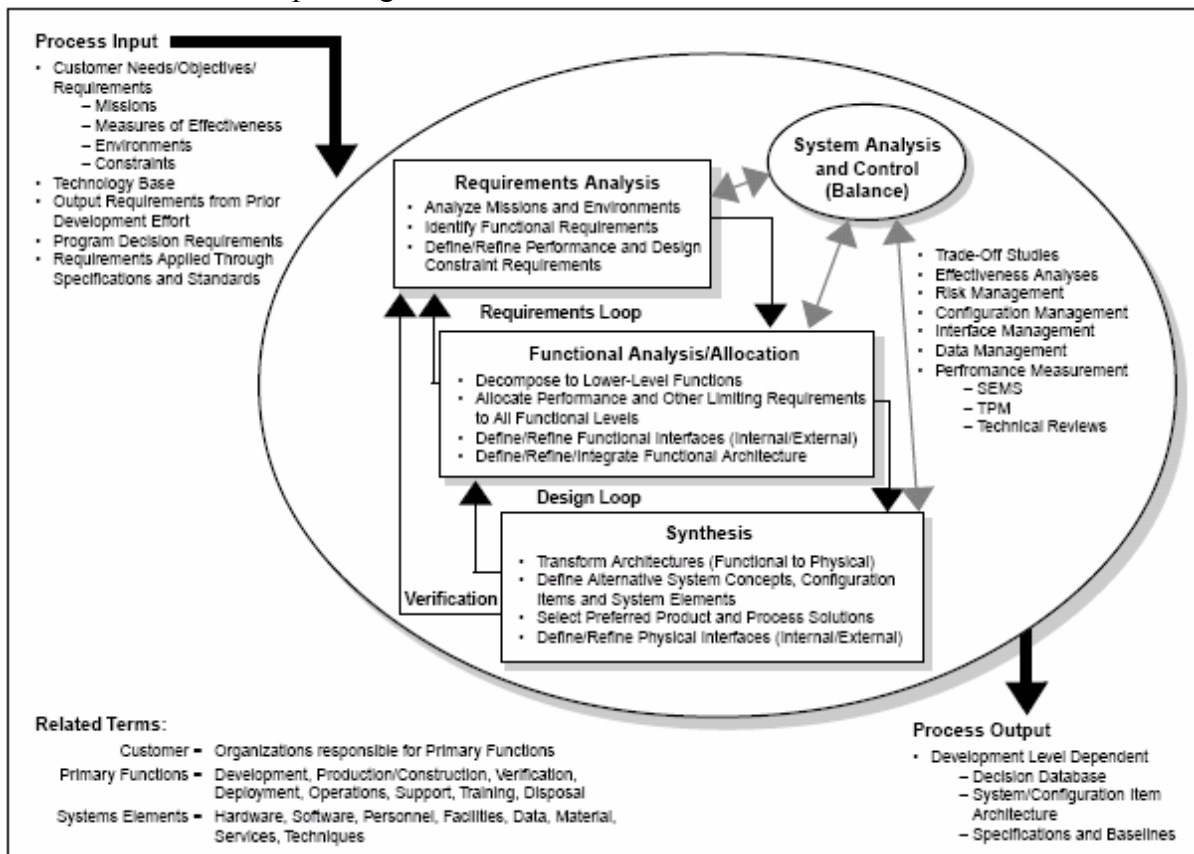
- Voor leveranciers is een “Selectieprocedure leveranciers” (KAM-handboek) welke ervoor moet zorgen dat de leverancier aan de vraag kan voldoen.
- Evaluatie Onderaannemers en Leveranciers moet ervoor zorgen dat van ervaringen met leveranciers wordt geleerd. Slechte en goede ervaringen moeten geregistreerd worden zodat bij volgende projecten daar rekening meegehouden kan worden.
- Werkplan Onderaannemers en Leveranciers moet ervoor zorgen dat voor de Leveranciers duidelijk is wat van hen verwacht wordt. Verder zijn er overleggen met de leveranciers om eventuele problemen te bespreken.

Bijlage 8: Systems Engineering procedure (Project)

De project categorie bevat proces areas die hoofdzakelijk zorgen voor de infrastructuur, voor technisch management, die nodig is voor de succesvolle ontwikkeling van een product. (Bate, 1995)

De project categorie bevat de volgende proces areas:

- Garandeer kwaliteit
- Configuratiemanagement
- Manage risico's
- Monitor en beheers technische inspanningen
- Plan technische inspanningen



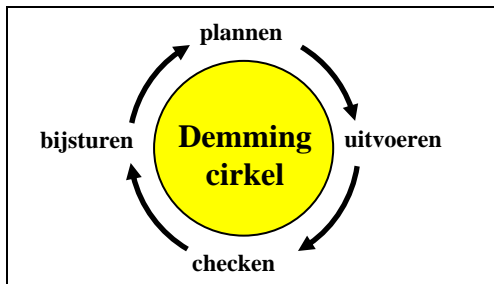
Figuur: Het Systems Engineering Proces (DoD, 2001)

De proces areas van de project categorie zijn in het Systems Engineering Proces (SEP) in het bovenstaande figuur te plaatsen bij het onderdeel “Systems Analysis and Control (Balance)”. De proces areas zijn van toepassing op alle stappen in het SEP en dus ook op alle stappen van, het in voorgaande paragraaf besproken, V-model.

Nu de plaats van de project categorie binnen het SEP bekend is zullen we dieper ingaan op iedere proces area.

Garandeer Kwaliteit:

Beheersen van de kwaliteit wordt toegelicht met behulp van de kwaliteitscirkel van Demming, zie onderstaand figuur:



Figuur: Demming cirkel

“De cirkel beschrijft vier activiteiten die op alle organisaties van toepassing zijn. In een cyclus kunnen die zorgen voor een betere kwaliteit. De vier activiteiten zijn:

- Bijsturen (Act): een probleem constateren en besluiten dat er een verandering gewenst is.
- Plannen (Plan): een overzicht maken van de verbeteringen die uitgevoerd dienen te worden.
- Doen (Do): de verbeteringsmaatregelen in de praktijk implementeren.
- Evalueren (Check): analyseren of de doelen gehaald zijn en of er daadwerkelijk een kwaliteitsverbetering is opgetreden. Reflecteren hoe het beter kan.

Na de laatste stap kan het proces weer opnieuw beginnen.”

(http://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaliteitscirkel_van_Deming)

Huidige stand van zaken:

Het KAM-Handboek beschrijft het management systeem van BAM-O.

Het projectmanagementplan (PMP) behandelt in een hoofdstuk de kwaliteitborging.

In het Projectkwaliteitsplan (PKP) wordt de organisatie en aanpak met betrekking tot het proces kwaliteitsborging toegelicht, zoals het deelproces audit, bewaking en beheersing van afwijkingen en een overzicht van de relevante procedures voor het bouwproces en van het kwaliteitsmanagementsysteem.

Bijsturen (Act):

In het PMP is opgenomen dat er ingangskeuringen, tussentijdse keuringen en eindkeuringen worden uitgevoerd, hierbij wordt het principe gehanteerd worden dat iedereen verantwoordelijk is voor het controleren van zijn eigen werkzaamheden.

Plannen (Plan):

In de keuringsplannen staat waar en wanneer keuringen moeten worden uitgevoerd.

Doen (Do):

In het PMP staat dat van iedere medewerker wordt verwacht dat hij alert is op de mogelijke verbeteringen van het managementsysteem. Daarnaast kunnen er ook verbeteringen voortkomen uit afwijkingen, audits en evaluaties. De KAM manager beoordeelt in overleg met betrokkenen het verbetervoorstel. De projectmanager beslist of en wanneer een verbeteringsvoorstel in de organisatie wordt ingevoerd.

Evalueren (Check):

Minstens éénmaal per jaar wordt het KAM beleid, zoals dit is verwoord in de beleidsverklaring, geëvalueerd tijdens de Directiebeoordeling.

In het PMP is opgenomen dat het project geëvalueerd moet worden.

In het PKP staan de volgende activiteiten en methodieken die inzicht moeten geven in het kwaliteitsniveau van de werkzaamheden:

- Observaties tijdens engineering- en voorbereidingsfase;
- Observaties op de bouwlocatie van proces en registraties;
- Observaties bij onderaannemers en toeleveranciers van proces en registraties;
- Uitvoeren audits en procestoetsen, rapportage binnen 5 dagen na uitvoeren van audit;
- Uitvoeren steekproefcontroles.

Configuratiemanagement:

De ontwikkeling van een nieuw complex systeem is mogelijk in een serie van stappen of fases waarin specifieke systeemeigenschappen worden gedefinieerd in achtereenvolgende termen van meer specifieke systeemeisen en -specificaties. Configuratiemanagement zorgt ervoor dat de continuïteit en integriteit van het systeem gedurende de fasen van de systeemontwikkeling behouden blijft. Dit proces is het belangrijkste gedurende de ontwerpfase.

Een belangrijk concept in het beheersen van het evoluerende ontwerp gedurende de systeem levenscyclus zijn de configuratie baselines. De meest gebruikte is de functionele, gealloceerde en product baselines.

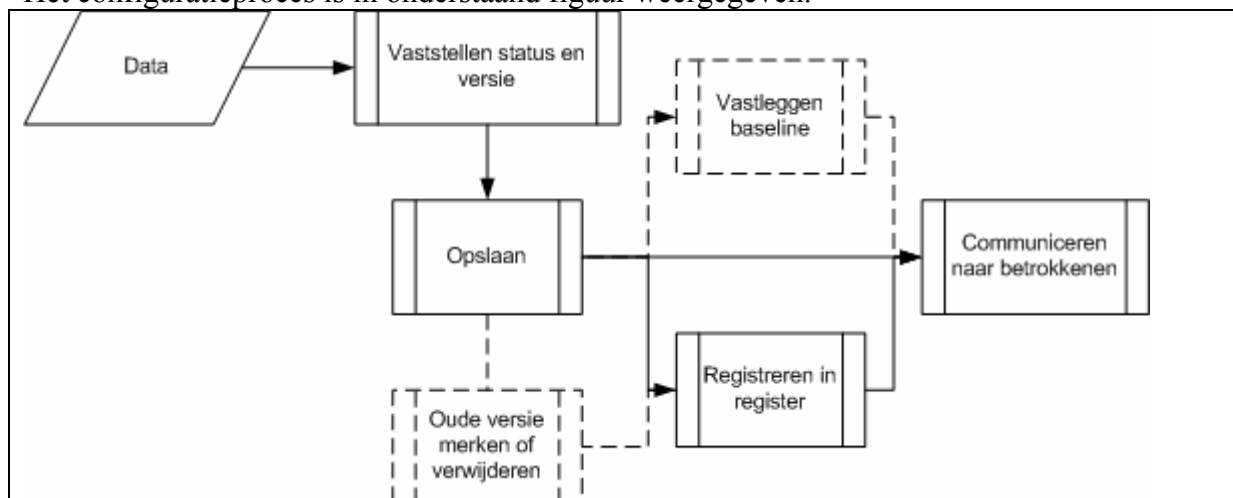
De functionele baseline beschrijft de functionele specificaties van het systeem zoals deze zijn ontleend uit de prestatie eisen tijdens de concept definitie fase.

De gealloceerde baseline wordt vastgesteld tijdens de ontwerp fase als de allocatie van de functies naar de systeemcomponenten.

De product baseline is vastgesteld tijdens de technische ontwerp fase als gedetailleerde ontwerp specificaties. (Kossiakoff& Sweet, 2003)

Belangrijke uitkomsten van configuratiemanagement zijn dat baselines zijn opgeslagen, wijzigingen zijn bijgehouden en de status van de documenten wordt gecommuniceerd, zodat alle betrokken met informatie werken die juist en up-to-date is.

Het configuratieproces is in onderstaand figuur weergegeven.

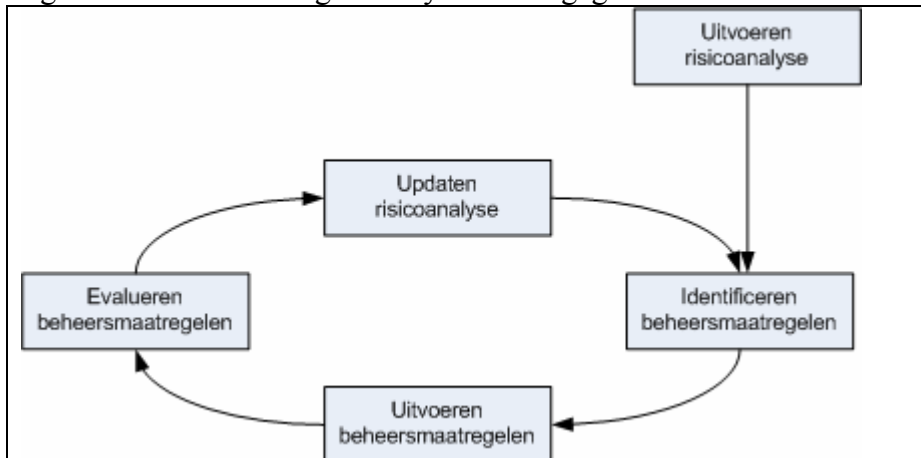


Figuur: Configuratieproces

Het configuratieproces start bij data die binnenkomt, dit kunnen werkplannen, tekeningen e.d. zijn. De status en versie van de data wordt bepaald en de data wordt digitaal en/of in papieren vorm opgeslagen. Wanneer de data oude data vervangt, wordt deze verwijderd of gemerkt als vervallen. Indien van toepassing kan de data als baseline worden vastgelegd. De wijzigingen moeten worden vastgelegd in een register en worden gecommuniceerd naar de betrokkenen.

Manage risico's:

Risicomanagement speelt in alle fasen van een project een rol. Risicomanagement kan gezien worden als een cyclisch proces. Dit hangt samen met de aard van risico's. In onderstaande figuur is de risicomanagementcyclus weergegeven.



Figuur: Risicomanagementcyclus

De cyclus start aan het begin van de projectfase met het uitvoeren van een risicoanalyse. Hiermee worden de risico's inzichtelijk gemaakt. Tijdens de fase worden de overige stappen continu doorlopen. Zo worden beheersmaatregelen in kaart gebracht en wordt hieruit een keuze gemaakt. Deze maatregelen worden vervolgens uitgevoerd. Na enige tijd wordt geëvalueerd of de maatregelen ook daadwerkelijk zijn uitgevoerd en het gewenste effect hebben gehad. Aansluitend hierop vindt een update van de risicoanalyse plaats. Een nieuwe fase begint weer met een nieuwe risicoanalyse. (Groote, 2001)

Huidige stand van zaken:

Het risicomanagementplan beschrijft de risicomanagement aanpak.

Risicoanalyse: gebeurt met behulp van een risicokaart

Identificatie beheersmaatregelen: In het risicodossier komen de risico's te staan met de daarbij de beheersmaatregelen

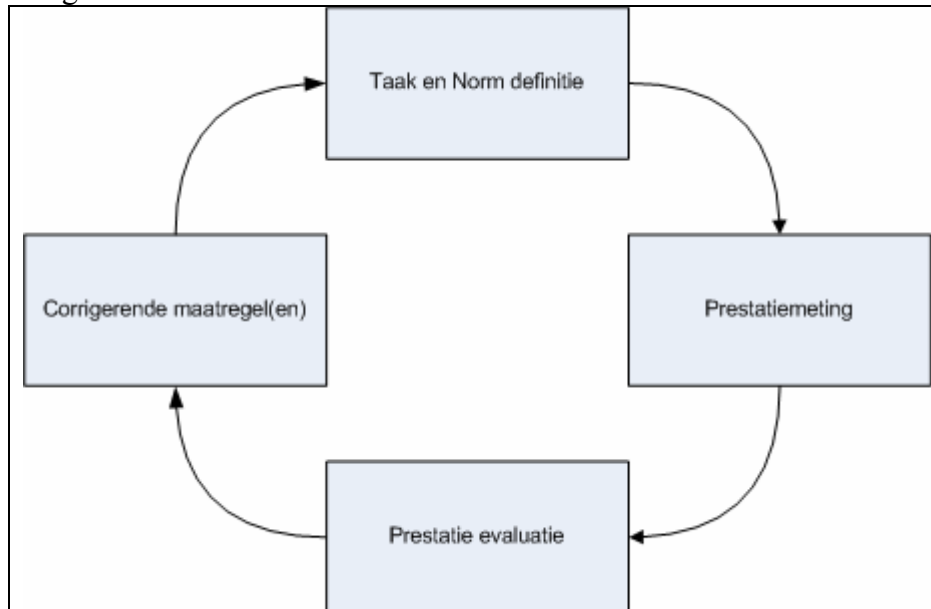
Uitvoering beheersmaatregelen: wordt geregeld door de beheersmaatregelen op te nemen in werk-, verificatie- of keuringsplannen.

Evaluatie beheersmaatregelen: in het risicomanagementplan is ook opgenomen hoe en wanneer de beheersmaatregelen worden beoordeeld.

Update risicoanalyse: in het risicomanagementplan is de herziening van de risicoanalyse opgenomen

Monitor en beheers technische inspanningen:

Het monitoren en beheersen houdt in dat de voortgang van een project wordt gecontroleerd en waar nodig bijgestuurd. Aan de hand van de “standard project control cycle” (<http://www.geo.u-szeged.hu/PRO/ksh/preplan/procont.htm>) zal dit onderdeel nader worden toegelicht.



Figuur: Standaard project beheerscyclus

Taak en Norm definitie:

In deze stap wordt bepaald wat gemeten moet worden en welke norm moet worden voldaan.

Prestatiemeting:

Het uitvoeren van de metingen.

Prestatie evaluatie:

De metingen vergelijken met de norm en oordelen of deze voldoen.

Corrigerende maatregel(en):

Corrigerende maatregelen worden toegepast om problemen die zich voordoen door afwijking van de norm op te lossen of te vermijden.

Huidige stand van zaken:

Deze taken behoren tot die van de projectleider, deze houdt de planning en de werkelijke prestatie in de gaten en treed corrigerend op wanneer dat nodig is.

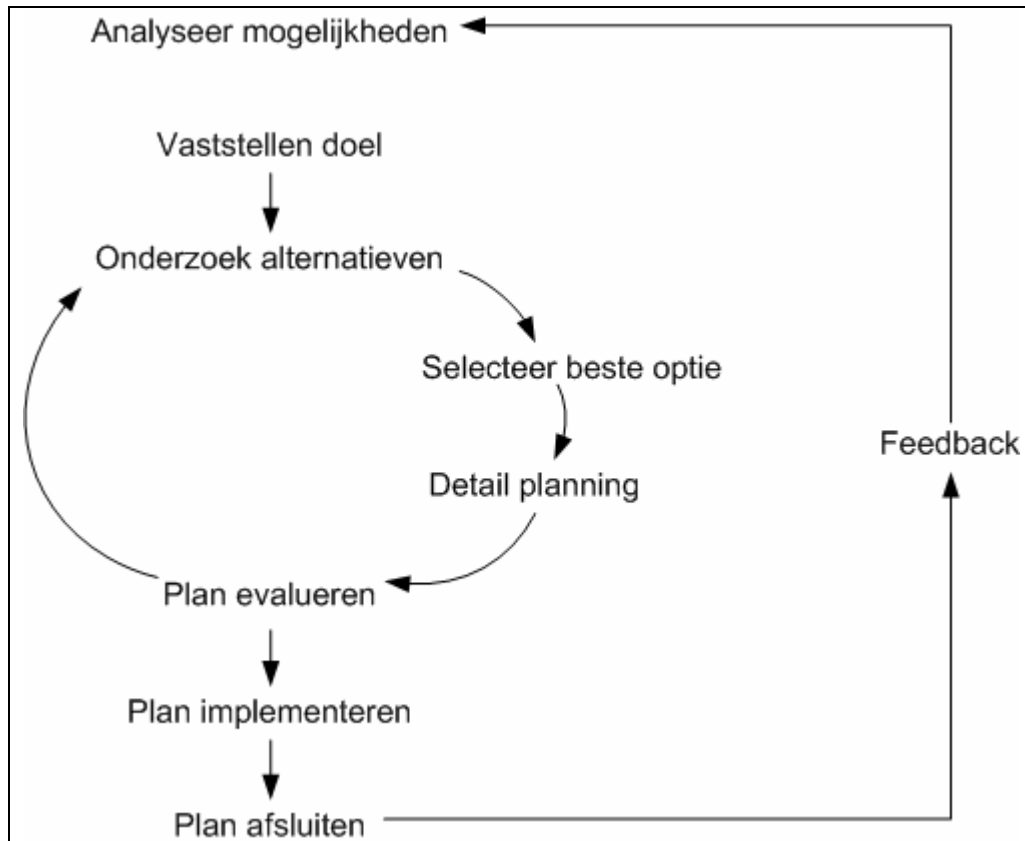
Plan technische inspanningen:

Planning is een managementstool die gebruikt wordt voor:

- Zorgen dat alle technische activiteiten geïdentificeerd en beheerst worden
- Communicatie van de technische benadering
- Het documenteren van beslissingen en technische implementatie
- Het vastleggen van criteria om te beoordelen hoe goed de systeemontwikkeling voldoet aan de klant- en managementbehoefte.

De basis vragen zijn “wie doet wat” en “wanneer”.

Het planningsproces kan worden uitgelegd met behulp van de planning cycle (<http://www.mindtools.com/plplancy.html>)



Figuur: planning cycle (<http://www.mindtools.com/plplancy.html>)

3.4.1.1. Voorbeeld toepassing instrumenten van de project categorie

Aan het begin van paragraaf 3.4 is al gezegd dat de project categorie alleen globaal wordt behandeld. Om toch duidelijk te maken hoe proces areas uit deze categorie invloed hebben op het systeem zullen hieronder twee voorbeelden worden bekeken.

PA 12: Planning

De planning is vast te leggen in een balkenplanning die in bijvoorbeeld Microsoft Projects gemaakt kan worden. Planning gebeurt mede op basis van de activiteiten die uitgevoerd moeten worden, deze staan in de activiteitenboom of -matrix. Verder kunnen de belangen van invloed zijn op de planning. Actoren kunnen belang hebben bij de tijd waarbinnen of waarop een project moet worden uitgevoerd. Dit belang werkt door in de matrices en heeft daardoor (indirect) invloed op de objecten en activiteiten.

Voorbeeld:

Dat het project weinig tijd kost is voor de opdrachtgever erg belangrijk (-1) voor de opdrachtgever maakt dit niet uit (0), dat het project weinig geld kost is belangrijk voor de opdrachtgever (-0,5) terwijl het voor de opdrachtgever juist belangrijk is dat het veel geld kost (1).

Actoren/Belangen matrix:

a \ b	Tijd	Geld
OG	-1,00	-0,50
ON	0,00	1,00

Uit het belang tijd volgt de randvoorwaarde dat het project binnen een bepaalde tijdsperiode gereed moet zijn, uit het belang geld komt een bepaald budget.

De randvoorwaarde van de maximale hoeveelheid tijd is natuurlijk erg belangrijk voor de tijd (-1), maar is ook belangrijk voor het geld omdat in de regel kortere doorlooptijd duurder is (0,5). De randvoorwaarde van maximale hoeveelheid geld is erg belangrijk voor geld (-1), maar ook voor tijd omdat in de regel geld dat een ruimer tijdsbestek goedkoper is (0,5).

Belangen/Randvoorwaarden matrix:

		Max. hoeveelheid	
		tijd	geld
b	r	-1,00	0,50
	Tijd	-1,00	0,50
Geld	r	0,50	-1,00
	Geld	0,50	-1,00

Wanneer we deze twee matrices vermenigvuldigen krijgen we de Actoren/Randvoorwaarden matrix, deze matrix laat zien in welk opzicht de randvoorwaarden van belang zijn voor de actoren. In de matrix is te zien dat voor de opdrachtgever de maximale hoeveelheid tijd erg belangrijk is en het geld niet. Voor de opdrachtnemer is ook de maximale hoeveelheid tijd belangrijk, maar

Actoren/Randvoorwaarden matrix:

		Max. hoeveelheid	
		tijd	geld
a	r	1,00	-0,80
	OG	1,00	-0,80
ON	r	-0,45	0,89
	ON	-0,45	0,89

		Levertijd Kostprijs	
		Levertijd	Kostprijs
r	e	-1,00	0,00
	Max. hoeveelheid tijd	-1,00	0,00
Max. hoeveelheid geld	e	0,50	-1,00
	Max. hoeveelheid geld	0,50	-1,00

		Levertijd Kostprijs	
		Levertijd	Kostprijs
a	e	-0,42	-0,62
	1	-0,42	-0,62
2	e	0,00	-0,89
	2	0,00	-0,89

		1 2	
		1	2
e	o	1,00	0,00
	Levertijd	1,00	0,00
Kostprijs	o	0,50	0,50
	Kostprijs	0,50	0,50

		1 2	
		1	2
a	o	-0,87	-0,83
	OG	-0,87	-0,83
ON	o	-0,45	-1,00
	ON	-0,45	-1,00

Object 2 heeft blijkbaar de grootste invloed op de 2 belangen.

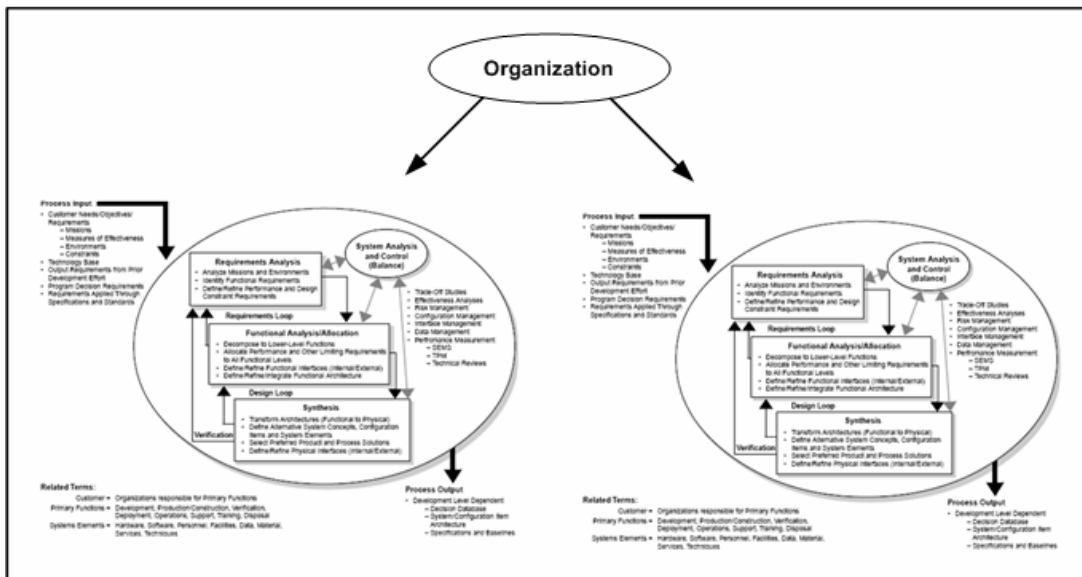
Bijlage 9: Systems Engineering procedure (Organisatie)

De organisatie categorie bevat proces areas die hoofdzakelijk zorgen voor de bedrijfsinfrastructuur die zorgt voor de ondersteuning van systems engineering. De proces areas worden veelal organisatiebreed uitgevoerd en niet per project. (Bate, 1995)

De organisatie categorie bevat de volgende proces areas:

- Definieer het systems engineering proces van de organisatie
- Verbeter de systems engineering processen van de organisatie
- Manage assortiment ontwikkeling
- Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving
- Verschaf aanhoudende vaardigheden
- Coördineer met leveranciers

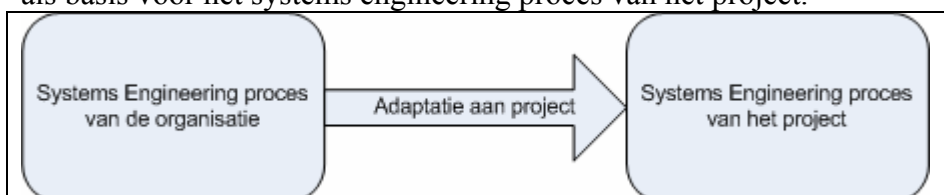
De proces areas in deze categorie zijn net als de proces areas van de project categorie ondersteunend voor de techniek categorie. Het verschil tussen project en organisatie categorie is dat project is gefocust op één specifiek product/project terwijl organisatie meerdere projecten omvat (Bate, 1995), verder heeft de organisatie categorie invloed op de input van het SEP terwijl de project categorie invloed heeft op de interne processen. Zoals in het onderstaande figuur te zien is geeft de organisatie categorie ondersteuning aan meerdere projecten en daarom worden deze proces areas ook op organisatieniveau uitgevoerd en niet op projectniveau.



Figuur: Plaats Organisatie Categorie t.o.v. SEP

Definieer het systems engineering proces van de organisatie

Het systems engineering proces van de organisatie is het standaard proces dat project specifiek gemaakt kan worden. Het systems engineering proces van de organisatie dient dus als basis voor het systems engineering proces van het project.



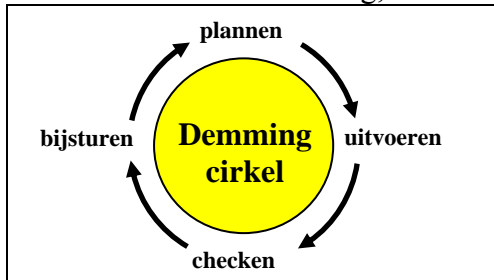
Figuur: Systems engineering proces

Huidige stand van zaken:

Het systems engineering proces van de organisatie nog niet gedefinieerd. Wel worden onderdelen van systems engineering toegepast die al bij eerdere projecten zijn gebruikt.

Verbeter de systems engineering processen van de organisatie

Het verbeteren van de systems engineering processen van de organisatie kan ook aan de hand van de cirkel van Demming, zie onderstaand figuur:



Figuur: Demming cirkel

“De cirkel beschrijft vier activiteiten die op alle organisaties van toepassing zijn. In een cyclus kunnen die zorgen voor een betere kwaliteit. De vier activiteiten zijn:

- Voornemen (Act): een probleem constateren en besluiten dat er een verandering gewenst is.
- Plannen (Plan): een overzicht maken van de verbeteringen die uitgevoerd dienen te worden.
- Doen (Do): de verbeteringsmaatregelen in de praktijk implementeren.
- Evalueren (Check): analyseren of de doelen gehaald zijn en of er daadwerkelijk een kwaliteitsverbetering is opgetreden. Reflecteren hoe het beter kan.

Na de laatste stap kan het proces weer opnieuw beginnen.”

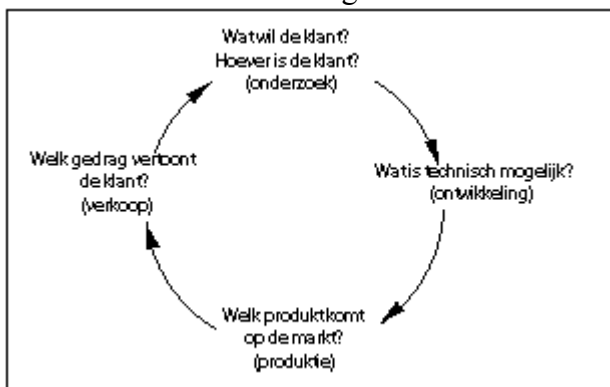
(http://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaliteitscirkel_van_Deming)

Huidige stand van zaken:

Minstens éénmaal per jaar wordt het KAM beleid geëvalueerd tijdens de Directiebeoordeling (Management Review) op basis van de opgedane ervaringen. Verder wordt van iedere medewerker verwacht dat ze alert zijn op mogelijke verbeteringen.

Manage assortiment ontwikkeling

Het introduceren van nieuwe producten kan volgens de onderstaande cirkel, die is afgeleid van de cirkel van Demming.



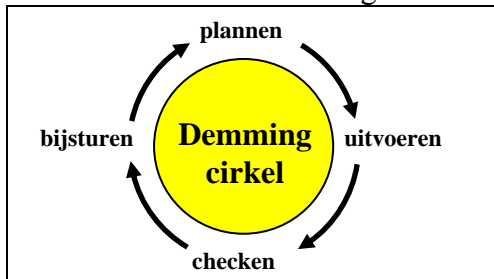
Figuur: Demming cirkel

- Onderzoek, vaststellen wat de klant wil.
- Ontwikkeling, bekijken wat de technische mogelijkheden zijn.
- Productie, het product geschikt voor de markt maken.

- Verkoop, het product op de markt brengen en zien hoe de markt (klant) hier reageerd. Zoals in de figuur te zien is vinden deze stappen continu en opeenvolgend plaats.

Manage de systems engineering ondersteuningsomgeving

Het managen van de systems engineering ondersteuningsomgeving kan ook weer aan de hand van de cirkel van Demming.

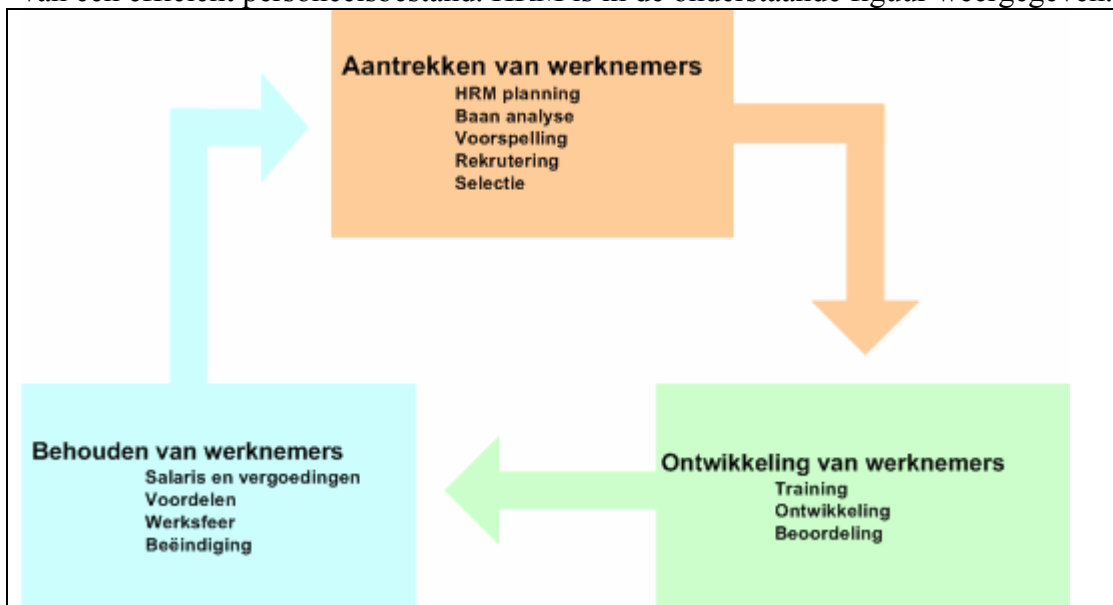


Figuur: Demming cirkel

- Plannen (Plan): waar zijn verbeteringen van de ondersteuningsomgeving gewenst/mogelijk.
- Doen (Do): de verbeteringsmaatregelen in de praktijk implementeren.
- Evalueren (Check): analyseren of de doelen gehaald zijn en of er daadwerkelijk een verbetering is opgetreden. Reflecteren hoe het beter kan.
- Bijsturen (Act): een probleem constateren en besluiten dat er een verandering gewenst is.

Verschaf aanhoudende kennis en vaardigheden

Human resource management (HRM) staat voor het aantrekken, ontwikkelen en behouden van een efficiënt personeelsbestand. HRM is in de onderstaande figuur weergegeven.



Figuur: Human resource management (Daft, 1999)

Het eerste doel van HRM is het aantrekken van personeel die de indruk wekken waardevolle, productieve en tevreden werknemers te worden.

Het volgende doel is om de werknemers te ontwikkelen tot efficiënte arbeidskrachten.

Wanneer de aangetrokken en ontwikkelde werknemers efficiënte arbeidskrachten zijn, moeten deze behouden worden. Dit kan gerealiseerd worden door salaris en vergoedingen, maar ook voordelen zoals sociale zekerheid en kinderopvang. De werksfeer is tegenwoordig ook er belangrijk, tevens kan het nodig zijn om het contract met medewerkers te beëindigen, wanneer deze niet van waarde voor het bedrijf zijn. (Daft, 1999)

Coördineer met leveranciers

Deze proces area bestaat uit het communiceren met en het selecteren en evalueren van de leveranciers.

Bijlage 10: Systems Engineering Procedures Rijkswaterstaat en Pro Rail

SE-CMM is toegepast op documenten van RWS en Pro Rail met als doel het niveau te bepalen van wat RWS en Pro Rail eisen van de markt. De documenten die zijn beoordeeld zijn voor RWS: “Handreiking Functioneel Specificeren” (Netten, 2005) en voor Pro Rail het document “Statement of work zonder VO” (Veldhuizen, 2006), “Aanbestedingsleidraad voor het Werk”, “Beoordelingsprocedure voor het Werk” en “Basisovereenkomst ontwerp en realisatie”. Ook is de ISO/IEC 15288 bekeken, omdat de indruk was ontstaan dat beide partijen deze voor zouden schrijven, is dit document (ISO/IEC, 2002) ook beoordeeld. Bij de berekening van de SE-CMM score is gebruik gemaakt van de gemaakte samenvatting en vertaling van SE-CMM versie 1.1 (zie bijlage 3) en het originele SE-CMM document (Bate, 1995).

Voor RWS, Pro Rail, ISO/IEC 15288 is gekeken in hoeverre de basis activiteiten (BA's) van de proces areas zijn beschreven (het moet expliciet vermeld zijn in het document).

Level 1 is het informeel uitvoeren van de activiteiten, bij level 2 worden de activiteiten beschreven, aangezien we hier direct kijken naar de beschreven activiteiten controleren we dus alleen of level 2 wordt gehaald. Aangenomen hierbij is wordt dat de meeste organisaties de activiteiten in meer of mindere mate zullen uitvoeren en daarmee op niveau 1 zitten.

Wanneer voor meer dan de helft van de BA's zijn beschreven wordt niveau 2 toegekend.

Na afronding van de beoordeling worden de resultaten geverifieerd door middel van een interview bij Pro Rail en RWS.

De uiteindelijke scores zouden een basis kunnen vormen voor het door BAM-O te formuleren gewenste SE-CMM niveaus. In tabel 1 zijn de scores aangegeven, met groen is aangegeven welke PA's in ieder geval niveau 2 hebben en dus meer dan de helft van de BA's worden beschreven. Het in de tabel aangegeven niveau is het gedeelte van de beschreven BA's vermenigvuldigd met het toegewezen niveau. Een score boven de 1 betekent dat niveau 2 is toegekend, en boven de 2 een niveau van drie, aangezien een hoger niveau pas toegekend kan worden wanneer meer dan de helft van de BA's zijn beschreven. In de tabel te zien is niveau 2 het hoogst toegekende niveau. Niveau 3 omvat GA's die te maken hebben met organisatiebrede standaard processen. Uit de beoordeelde documenten valt niet te halen dat naar het Systems Engineering proces van de gehele organisatie wordt gekeken. De resultaten zijn via interviews met RWS en Pro Rail geverifieerd en aangevuld.

In tabel 1 is te zien dat de ISO/IEC 15288 de documenten van RWS en Pro Rail goed aanvult, maar desondanks zijn er enkele PA's die geheel niet of slechts voor een klein gedeelte worden beschreven. Uit de gesprekken is gebleken dat de organisaties de ISO/IEC 15288 niet voorschrijven of volgen, wel is de norm (deels) opgenomen in de documenten. Voor onderbouwing van de resultaten in tabel 1 zijn in de bijlagen de complete scores te vinden.

De score is als volgt bepaald:

Per basis activiteit (BA) is gekeken of deze in het document staat vermeld, dit is met “JA” aangegeven, wanneer dit het geval was. De activiteit is dan beschreven in het document. Het gaat hierbij wel om een expliciete vermelding, dit om de objectiviteit van de score te waarborgen. Wanneer iets impliciet bedoeld wordt, is dat vaak moeilijker voor een ieder vast te stellen en daarbij erg subjectief.

Vervolgens is per PA gekeken of het percentage BA met een “JA” meer dan 50% is, wanneer dit zo is niveau 2 van SE-CMM gehaald en is verder gegaan met het volgende niveau. De

50% is een afwijking van de SE-CMM waar een proces area op alle BA's moet voldoen voor het niveau wordt toegekend. Bij de onderzochte documenten zijn voor vrijwel geen van de PA's alle activiteiten beschreven. Om toch een onderscheid te krijgen tussen een PA die al redelijk goed is uitgewerkt en een die (bijna) niet is beschreven is gekozen voor de 50% regel.

Systems Engineering Procedure Rijkswaterstaat

Inleiding

Het document "Handleiding Functioneel Specificeren" (Netten, 2005) is gebruikt om de SE-CMM score van Rijkswaterstaat (RWS) te bepalen, deze scores zijn opgenomen in de bijlagen. Bij het beoordelen van het document bleek al snel dat het slechts één proces area van SE-CMM een score van niveau 2 werd behaald, de meeste proces areas werden niet of nauwelijks beschreven in het document. Hieruit is de veronderstelling gedaan dat het document slechts een klein onderdeel vormt van het totale SE proces van RWS.

Na de beoordeling van het document heeft er een gesprek plaatsgevonden met Jan de Liefde (Senior Adviseur Systems Engineering) van Rijkswaterstaat (Interview in Bijlage).

In dit gesprek is de veronderstelling bevestigd. RWS was op dat moment zelf aan het uitzoeken hoe en wat er aan Systems Engineering binnen de organisatie gedaan en vastgelegd was. Ook werd uit dit gesprek duidelijk dat RWS geen SE-CMM niveaus wil voorschrijven aan opdrachtnemers. Systems Engineering zien ze namelijk niet als iets wat opgelegd moet worden door de opdrachtgever(s), maar de opdrachtnemer moet zelf de voordelen van SE inzien en het daarom toepassen. RWS zal daarom ook geen SE-CMM levels voorschrijven. Persoonlijk gaf Jan de Liefde nog wel aan dat hij vond dat een bedrijf maar ook RWS zelf zou moeten streven naar level 3.

Systems Engineering RWS

In de onderstaande tabel zijn de scores van het RWS document “Handleiding Functioneel Specificeren” weergegeven. De uitgebreide score is terug te vinden in de bijlage.

Techniek Categorie				Project Categorie				Organisatie Categorie																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PA	Niveau 1	BA	Niveau 2	PA	Niveau 1	BA	Niveau 2	PA	Niveau 1	BA	Niveau 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
01	JA	1	NEE	08	JA	1	NEE	13	JA	1	NEE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		2				3				4		5	6	02	JA	2	JA	09	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	03	JA	3	NEE	10	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	4	5	6	7	8	04	JA	4	NEE	11	JA	4	NEE	16	JA	4	NEE	5	6	7	8	1	05	JA	5	NEE	12	JA	5	NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8	1	06	JA	2	NEE	13	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3	NEE	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																											
		3				4				5		6	02			JA				2				JA		09	JA	2	NEE	14			JA				2				NEE		3	4	5	6	7			03				JA				3		NEE	10	JA	3	NEE			15				JA				3		NEE	4	5	6			7				8				04		JA	4	NEE	11	JA			4				NEE				16		JA	4	NEE	5	6	7	8	1	05	JA	5	NEE	12	JA	5	NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8	1	06	JA	2	NEE	13	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3	NEE	4	5	6	7	8																																																																																																																																																						
		4				5				6		02								JA								2									JA						09	JA	2	NEE	14											JA					2												NEE			3	4	5			6				7							03						JA											3		NEE	10	JA	3	NEE			15				JA				3		NEE	4	5	6			7				8				04		JA	4	NEE	11	JA			4				NEE				16		JA	4	NEE	5	6	7	8	1	05	JA	5	NEE	12	JA	5	NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8	1	06	JA	2	NEE	13	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3	NEE	4	5	6	7	8																																																																																																	
		5				6				02																		JA																	2																		JA															09	JA	2			NEE				14																								JA					2												NEE			3	4	5			6				7							03						JA											3		NEE	10	JA	3	NEE			15				JA				3		NEE	4	5	6			7				8				04		JA	4	NEE	11	JA			4				NEE				16		JA	4	NEE	5	6	7	8	1	05	JA	5	NEE	12	JA	5	NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8	1	06	JA	2	NEE	13	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3	NEE	4	5	6	7	8																																												
		6				02																																							JA																																			2																																				JA															09	JA	2			NEE				14																								JA					2												NEE			3	4	5			6				7							03						JA											3		NEE	10	JA	3	NEE			15				JA				3		NEE	4	5	6			7				8				04		JA	4	NEE	11	JA			4				NEE				16		JA	4	NEE	5	6	7	8	1	05	JA	5	NEE	12	JA	5	NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8	1	06	JA	2	NEE	13	JA	2	NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE
02	JA	2	JA	09	JA		2	NEE	14		JA																																																																					2																																																					NEE																																																																																																																																																																																								
		3					4							5	6		7	03	JA		3	NEE	10		JA						3	NEE		15	JA	3		NEE	4	5		6						7	8		04	JA	4		NEE	11	JA		4						NEE	16		JA	4	NEE		5	6	7		8				1	05	JA		5	NEE	12		JA	5	NEE		17						JA	5		NEE	6	7		8	1	06		JA																																																												2															NEE	13	JA			2				NEE																								14					JA												2			NEE	3	4			5				6							7						07											JA		3	NEE	15	JA	3			NEE				16				JA		3	NEE	4	5			6				7				8														
		4					5						6	7	03	JA	3				NEE			10		JA	3		NEE	15	JA		3			NEE			4	5	6	7						8	04	JA			4	NEE					11	JA	4	NEE		16			JA		4		NEE	5	6	7		8	1			05				JA					5		NEE		12		JA	5	NEE		17			JA	5	NEE	6	7		8		1		06						JA	2		NEE	13	JA		2	NEE	14		JA					2	NEE		3	4	5		6	7	07		JA						3	NEE		15	JA	3		NEE	16	JA		3							NEE																				4																																													5				6	7			8																																																																											
		5					6					7	03	JA			3			NEE							10						JA				3		NEE	15	JA	3	NEE	4		5	6	7					8					04			JA								4			NEE	11	JA	4	NEE	16												JA					4		NEE				5			6		7	8		1		05			JA	5	NEE		12		JA	5				NEE	17					JA				5			NEE	6	7		8	1		06		JA		2	NEE	13	JA					2	NEE				14	JA	2		NEE						3	4		5	6	7		07	JA	3		NEE					15	JA	3	NEE	16	JA		3	NEE	4		5						6	7		8																																																																																																														
		6					7			03		JA					3											NEE									10					JA		3		NEE	15	JA					3										NEE						4						5			6	7				8				04							JA						4			NEE		11	JA		4			NEE			16						JA								4						NEE				5	6		7	8					1	05					JA			5							NEE			12	JA	5		NEE	17	JA	5	NEE	6	7	8			1			06						JA					2		NEE	13	JA	2		NEE	14	JA	2	NEE		3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15		JA						3	NEE		16	JA	3		NEE	4	5	6	7			8																																																																															
		7				03	JA										3																											NEE	10								JA																3						NEE			15	JA				3																	NEE								4								5												6			7	8				04		JA	4	NEE	11	JA					4									NEE								16				JA					4		NEE	5	6			7	8													1					05	JA				5		NEE	12	JA	5	NEE	17			JA					5	NEE	6		7	8		1			06	JA		2	NEE	13	JA	2		NEE	14	JA	2	NEE	3	4	5	6	7	07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3		NEE	4	5	6	7	8																																																				
03	JA	3	NEE	10	JA			3	NEE		15						JA																																																				3														NEE																																																																																																																																																																																																																																										
		4						5										6	7			8	04		JA							4		NEE	11			JA													4	NEE			16	JA	4								NEE	5		6	7	8											1	05			JA	5		NEE		12		JA						5			NEE						17	JA	5							NEE												6			7	8	1						06								JA																										2			NEE	13			JA	2			NEE	14	JA							2	NEE										3					4								5		6		7	07	JA	3		NEE						15				JA	3				NEE		16	JA	3	NEE	4			5				6				7	8																																																										
		5						6							7	8		04	JA		4	NEE		11		JA			4	NEE	16	JA				4													NEE	5	6			7			8		1	05		JA		5		NEE	12	JA	5	NEE	17									JA	5			NEE		6					7		8		1		06	JA	2			NEE		13					JA			2						NEE			14	JA	2			NEE	3	4	5		6	7	07		JA								3		NEE							15		JA	3			NEE	16	JA									3				NEE								4												5											6					7								8																																																																																																				
		6						7					8	04	JA	4				NEE	11						JA		4				NEE			16			JA	4	NEE		5							6	7			8			1	05	JA		5			NEE					12			JA	5	NEE		17	JA				5					NEE			6		7		8		1	06			JA											2		NEE	13		JA		2		NEE				14	JA	2		NEE	3	4	5	6	7					07						JA	3		NEE			15	JA	3				NEE		16				JA	3			NEE				4									5	6		7	8																																																																																																																																							
		7						8		04		JA	4			NEE												11	JA								4			NEE		16	JA			4	NEE	5		6	7			8			1				05		JA										5								NEE						12		JA		5		NEE	17	JA								5		NEE	6				7	8			1			06			JA					2			NEE	13	JA	2	NEE		14										JA				2			NEE		3									4	5			6	7		07	JA	3	NEE		15				JA	3		NEE	16	JA				3	NEE	4	5	6	7	8																																																																																																																												
		8				04	JA	4					NEE																								11							JA	4	NEE		16		JA	4		NEE	5			6																7		8			1	05												JA									5			NEE			12				JA	5			NEE											17						JA					5		NEE		6	7	8						1					06			JA						2	NEE	13		JA	2	NEE			14				JA				2								NEE		3	4	5	6	7		07	JA	3	NEE	15	JA	3	NEE	16	JA	3	NEE	4	5	6	7	8																																																																																																										
04	JA	4	NEE	11	JA			4	NEE		16						JA																												4						NEE																																																																																																																																																																																																																																																																										
		5						6															7		8									1	05			JA							5							NEE		12	JA	5	NEE								17								JA		5			NEE				6	7		8			1		06		JA								2	NEE						13	JA			2					NEE																				14			JA	2	NEE	3					4	5														6					7									07	JA		3	NEE				15	JA	3			NEE	16	JA	3	NEE	4			5				6				7		8																																																																																																														
		6						7										8	1			05	JA	5	NEE	12				JA	5	NEE		17											JA				5							NEE				6		7				8	1	06		JA	2				NEE					13		JA	2	NEE	14			JA									2	NEE		3		4		5					6		7							07			JA	3				NEE							15		JA					3		NEE			16		JA	3				NEE		4				5	6	7		8																																																																																																																																																											
		7						8						1	05			JA	5	NEE	12			JA			5				NEE		17			JA			5		NEE								6									7	8	1		06		JA		2	NEE		13		JA	2		NEE		14	JA						2			NEE										3	4		5	6		7		07					JA		3	NEE	15		JA				3			NEE	16	JA			3										NEE			4			5			6		7	8																																																																																																																																																																								
		8						1		05		JA		5		NEE			12								JA	5	NEE										17	JA		5	NEE				6		7									8	1	06	JA		2			NEE						13									JA		2				NEE		14				JA	2	NEE	3	4		5	6		7			07						JA						3		NEE	15							JA	3	NEE	16		JA		3						NEE			4	5		6		7	8																																																																																																																																																																								
		1				05	JA	5					NEE	12														JA									5					NEE		17		JA	5	NEE	6	7			8					1	06				JA																2				NEE								13			JA		2	NEE		14	JA		2	NEE			3				4				5			6								7			07			JA			3				NEE					15	JA		3		NEE	16	JA	3		NEE	4	5	6	7	8																																																																																																																																																															
05	JA	5	NEE	12	JA			5	NEE		17						JA																				5										NEE																																																																																																																																																																																																																																																																														
		6						7																											8		1	06											JA	2	NEE	13	JA	2	NEE		14	JA							2								NEE					3	4											5		6				7					07	JA				3	NEE	15		JA				3		NEE	16								JA									3		NEE			4		5					6					7			8																																																																																																																																																																			
		7						8														1	06		JA	2				NEE		13		JA	2		NEE								14					JA				2		NEE									3			4		5					6			7	07	JA		3		NEE	15			JA		3		NEE				16		JA								3								NEE				4			5					6							7	8																																																																																																																																																																																							
		8						1							06			JA		2	NEE	13		JA		2					NEE		14		JA	2					NEE													3								4		5	6		7	07	JA	3	NEE			15	JA	3	NEE	16				JA				3				NEE														4		5			6			7	8																																																																																																																																																																																																												
		1						06		JA		2				NEE			13	JA						2	NEE		14							JA			2	NEE			3											4						5	6	7		07	JA	3	NEE			15		JA				3					NEE					16	JA		3				NEE		4									5	6	7			8																																																																																																																																																																																																																
		06				JA	2					NEE	13	JA												2		NEE											14			JA	2	NEE																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3	4		5	6	7		07		JA		3						NEE									15																	JA			3	NEE	16						JA					3	NEE	4	5	6			7										8																																																																																																																																																																																																																																																	
4	5		6	7	07						JA																											3								NEE			15		JA	3	NEE		16		JA	3	NEE		4	5	6			7							8																																																																																																																																																																																																																																																				
5	6		7	07																			JA		3					NEE		15		JA			3	NEE							16					JA		3				NEE		4			5	6	7			8																																																																																																																																																																																																																																																											
6	7		07												JA			3			NEE	15		JA	3						NEE		16		JA		3				NEE											4						5			6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																														
7	07							JA		3						NEE		15	JA	3					NEE		16		JA							3	NEE			4												5						6			7	8																																																																																																																																																																																																																																																															
07		JA				3				NEE		15	JA	3						NEE								16								JA			3	NEE																																																																																																																																																																																																																																																																																					
						4	5		6					7			8																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					5	6	7		8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

De score van PA 02 “Afliden en toewijzen eisen” is de enige die niveau 2 haalt, hieruit is op te maken dat het document zich vooral richt op het afliden en toewijzen van eisen.

Er zijn een aantal proces areas die niet de 50% halen wat betreft de basis activiteiten, maar wel enigszins aanbod komen in het document.

Dit zijn de PA's:

- 01: Analyseer Alternatieven
- 03: Ontwikkel de systeem architectuur
- 05: Integreer systemen
- 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen
- 07: Verifieer en valideer het systeem
- 10: Manage Risico's

Wat hierin opvalt, is dat ze allemaal behalve PA 10 in de Techniek Categorie zitten. De activiteiten in de Techniek Categorie worden hoofdzakelijk uitgevoerd door de mensen met de rol van systems engineer. De activiteiten uit de andere twee categorieën worden vaker uitgevoerd door mensen met een andere rol. De proces areas uit deze categorie worden ook meer gezien als ondersteunende proces areas. (Bate, 1995)

Het document “Handleiding Functioneel Specificeren” kan als een Handleiding voor de Techniek Categorie gekenmerkt worden.

Systems Engineering Procedure Pro Rail

Inleiding

Het document “Statement of work zonder VO” (Veldhuizen, 2006) is gebruikt om de SE-CMM score van Pro Rail te bepalen. Er bestaat bij Pro Rail ook een “Statement of work met VO” het verschil met het gebruikte document is dat daar een voorovereenkomstfase in voorkomt, de SE-CMM beoordeling zal voor beide documenten overeenkomen en daarom is voor 1 document gekozen. Bij het beoordelen van het document bleek al snel dat het slechts op enkele proces areas van SE-CMM een redelijke score haalde, een groter aantal proces areas werden niet of nauwelijks beschreven in het document.

Na de beoordeling van het document heeft er een gesprek plaatsgevonden met Paul Brouwer (Adviseur contractzaken) van Pro Rail (Interview in Bijlage).

In dit gesprek is aangegeven dat er de overige (minder scorende) proces areas voor een groot deel in de volgende documenten beschreven worden:

- Aanbestedingsleidraad voor het Werk
- Beoordelingsprocedure voor het Werk
- Basisovereenkomst ontwerp en realisatie

Deze zijn daarna alsnog meegenomen in de score.

In het gesprek werd duidelijk dat Pro Rail geen SE-CMM niveaus wil voorschrijven aan opdrachtnemers. Net als RWS zien ze Systems Engineering niet als iets wat opgelegd moet worden door de opdrachtgever(s), maar iets wat vanuit de opdrachtnemers zelf moet komen.

Systems Engineering Pro Rail

In de onderstaande tabel zijn de scores van het Pro Rail document “Statement of work zonder VO” en de documenten: “Aanbestedingsleidraad voor het Werk”, “Beoordelingsprocedure voor het Werk” en “Basisovereenkomst ontwerp en realisatie”. De uitgebreide beoordeling is in bijlage 12 terug te vinden.

Techniek Categorie				Project Categorie				Organisatie Categorie			
PA	Niveau 1	BA	Niveau 2	PA	Niveau 1	BA	Niveau 2	PA	Niveau 1	BA	Niveau 2
01	JA	1	JA	08	JA	1	JA	13	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				4	
		6				6				5	
02	JA	1	NEE	09	JA	1	JA	14	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				3	
		6				6				4	
		7				7				5	
		8				8				1	
		9				9				2	
03	JA	1	NEE	10	JA	1	JA	15	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
		6				6				6	
04	JA	1	NEE	11	JA	1	NEE	16	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
		6				6				6	
05	JA	1	NEE	12	JA	1	NEE	17	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
		6				6				6	
		7				7				7	
06	JA	1	NEE	13	JA	1	NEE	18	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
07	JA	1	JA	14	JA	1	NEE	15	JA	1	NEE
		2				2				2	
		3				3				3	
		4				4				4	
		5				5				5	
		6				6				6	

De PA's die niveau 2 halen zijn:

- 01: Analyseer Alternatieven
- 07: Verifieer en valideer het systeem
- 08: Garandeer kwaliteit
- 09: Configuratie management
- 10: Manage risico's
- 18: Coördineer met leveranciers

Verder zijn er nog een aantal PA's die niet de 50% halen wat betreft de basis activiteiten, maar wel enigszins aanbod komen in het document.

Dit zijn de PA's:

02: Afleiden en toewijzen eisen

03: Ontwikkel de systeem architectuur

05: Integreer systemen

06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

12: Plan technische inspanningen

17: Verschaf aanhoudende kennis en vaardigheden

Wat hierin opvalt, is dat ze van de PA's op niveau 2 het merendeel in de Categorie Project zitten. En de PA's die enigszins aanbod komen, in de documenten, zitten (behalve PA 17) in de Categorie Techniek.

Bijlage 11: Analytic Hierarchy Process (AHP)

Deze beschrijving van de AHP is overgenomen uit het afstudeerverslag van Jens Boersma (Boersma, 2006), waarbij de in zijn onderzoek toegepaste voorbeelden zijn weggelaten.

“De AHP-methode kan gebruikt worden om criteria onderling af te wegen, door deze ten opzichte van elkaar te waarderen. Hierdoor ontstaat een hiërarchie in de criteria, waarbij het meest belangrijke criterium de hoogste wegingsfactor krijgt. Om de wegingsfactoren te bepalen onderscheid Saaty drie stappen:

- Paarsgewijze vergelijking tussen de af te wegen criteria
- Berekenen van de wegingsfactoren
- Consistentieanalyse

Paarsgewijze vergelijking

Bij de paarsgewijze vergelijking worden de criteria ten opzichte van elkaar vergeleken en gewaardeerd. De relatieve waardering varieert daarbij van één (wanneer beide criteria even belangrijk zijn) tot en met negen (wanneer het ene criterium extreem belangrijker is dan de ander). De vergelijkingen worden in een vierkante matrix (getallentabel) gezet, waarbij er evenveel rijen en kolommen als beoordelingscriteria zijn. In de matrix valt het relatieve belang te lezen, waarbij het element (i,j) op de i-de rij en de j-de kolom aangeeft, hoeveel maal het i-de element belangrijker is, dan het j-de element. Op de plaatsen waar geldt dat $i=j$, wordt een één ingevuld, aangezien een criterium natuurlijk niet belangrijker dan zichzelf kan zijn. Voor het invullen van de matrix wordt de “standaard preference tabel” van Saaty gebruikt (Saaty, 1980).

Comparative Importance	Definition	Explanation
1	Equally important	Two decisions elements equally influence the parent decision element.
3	Moderately more important	One decision element is moderately more influential than the other.
5	Strongly more important	One decision element has stronger influence than the other.
7	Very strongly more important	One decision element has significantly more influence over the other.
9	Extremely more important	The difference between influences of the two decision elements is extremely significant.
2,4,6,8	Intermediate judgement values	Judgement values between equally, moderately, strongly, very strongly and extremely.

De gedachte is zoveel mogelijk oneven waarden te gebruiken, aangezien even-waarden worden gezien als compromis.

Berekenen van de wegingsfactoren

De volgende stap is om per beoordelingscriterium de wegingsfactor te bepalen. Dit wordt gedaan door van iedere matrix het product per rij te bepalen en hier vervolgens de n^{de} machtswortel van te nemen en deze te sommeren. Daarna worden de n^{de} machtswortels gedeeld door de gesommeerde waarde. Als controlemiddel geldt dat de som van de gewichten één dient te zijn.

Consistentie

Tot slot dient vastgesteld te worden of de ontstane hiërarchie in de parameters consistent is. Hiervoor wordt de consistentie ratio berekend volgens de methode van Coyle (Coyle, 2004). De consistentie ratio kan berekend worden volgens de vergelijking:

$$A\omega = \lambda\omega$$

Hierin is:

A = matrix

ω = eigenvector van matrix A

λ = een eigenwaarde van matrix A

Indien alle paarsgewijze schattingen perfect overeenkomen met de verhoudingen van de wegingsfactoren, dan zou moeten gelden $\lambda = n$. Aangezien het hier gaat om een menselijke beoordeling en subjectiviteit dus vrijwel niet uit te sluiten is, zal het nagenoeg onmogelijk zijn om volledige consistentie te bereiken. Om hier rekening mee te houden dient de vergelijking dan ook omgeschreven te worden in:

$$A\omega = \lambda_{\max}\omega \text{ met } \lambda_{\max} \geq n$$

Het verschil tussen λ_{\max} en n geeft een indicatie van de inconsistentie.

Om λ_{\max} te bepalen worden de waarden van de paarsgewijze vergelijking uit de matrices vermenigvuldigd met de eigenvectoren (gewichten) en vervolgens gedeeld door de eigenvector van die parameter. De consistentie index (C_i) wordt bepaald door gebruikt gemaakt van de gemiddelde waarde van λ_{\max} . en berekend door de volgende formule:

$$C_i = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

De consistentie index C_i is dus afhankelijk van de grootte van de matrix. Om de Consistentie Ratio (C_r) te bepalen dient de berekende C_i gedeeld te worden door de C_i -waarden uit tabel 9.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C_i	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Deze theoretische C_i -waarden zijn bepaald aan de hand van een grootschalig onderzoek waarbij de onderlinge vergelijkingen tussen de parameters bekend was. Aan de hand van het onderlinge verband zijn C_i -waarden bepaald en deze gelden dus als een referentiewaarde. Met behulp van de C_i -waarden kan de C_r -waarde worden bepaald. Hierbij geldt dat de waarde voor C_r niet groter mag zijn dan 0,1. Indien de waarde kleiner is dan 0,1, dan is de matrix consistent.”

Voorbeeld:

Berekening gewichtsfactoren van de belangen van de Opdrachtgever:

OG	Prijs	Veiligheid	Prestige	Rijproduct	n machts wortel	wegings-factor	nieuwe vector	λ
Prijs	1	1/3	3	1,00	1,00	0,26	0,78	3,04
Veiligheid	3	1	5	15,00	2,47	0,64	1,94	3,04
Prestige	1/3	1/5	1	0,07	0,41	0,10	0,32	3,04
				totaal		3,87		

n=	3
----	---

$\lambda_{\max} =$	3,04		
CI	0,02	tabel CI	0,58
CR	0,03		

Bijlage 12: Voorbeeld Toepassing SE Apeldoorn

Inleiding

In dit hoofdstuk worden een aantal berekeningen uitgevoerd op het voorbeeld project “Stationsplein Apeldoorn”. Voor dit onderzoek zijn voor dit project verschillende boomstructuren opgesteld met daarbij matrices. Op de volgende pagina’s zijn de bomen en matrices weergegeven. De bomen en matrices zijn naar eigen inzicht ingevuld. Daarbij is in eerste instantie het belang onderhoud weggelaten, voor de tweede berekening is dit belang wel meegenomen. Het voor beide gevallen uitrekenen moet het effect van het belang en daarmee de effectiviteit van SE aantonen. In de praktijk is dit belang, m.b.t. de lichtmasten, pas in een laat stadium ter sprake gekomen, terwijl verondersteld wordt dat dit belang met Systems Engineering niet zou zijn vergeten.

Beschrijving project Stationsplein Apeldoorn

Stationsplein te Apeldoorn is een project ter waarde van €3.670.000,-

Het betreft het woonrijp maken openbaar gebied, incl. aanbrenge speciale voorzieningen, o.a. skate pool en honderd meter lange glazen kunstwand.

De kosten van fouten die gemaakt zijn gedurende het project worden, door de projectleider (A. de Jong) geschat op €150.000,-. Met Systems Engineering was de kans op deze fouten kleiner geweest, omdat een onderdeel van SE, het in kaart brengen van de actoren en de belangen is. Het goed toepassen van SE, op dit project, had dus een bedrag van €150.000,- kunnen besparen.

Oorzaken van de fouten:

De belangen van de afdeling Beheer en Onderhoud (B&O) zijn pas in een laat stadium van het proces (na contract vaststelling) bekend geworden. De “nieuwe” eisen en wensen van B&O aan de lichtmasten zijn zodoende niet meegenomen bij de keuze van de lichtmasten, de geplaatste lichtmasten voldoen niet aan de “nieuwe” eisen.

Het inventariseren van alle eisen en wensen bij de actoren is niet goed verlopen. De afdeling B&O is te laat betrokken bij het proces, deze afdeling stelt andere (of extra) eisen aan o.a. de lichtmasten. De afdeling wil het beheer en onderhoud pas overnemen als aan de “nieuwe” eisen voldaan wordt.

Kijkend naar de tijdlijn (Figuur 1) moeten de eisen voor de contractvorming bekend zijn, om ze in het contract en de vaste prijs mee te kunnen nemen. Eisen en wensen ingebracht na vaststelling van het contract betekenen contractafwijkingen en kunnen consequenties hebben in o.a. geld en tijd.

BAM-O heeft o.a. als taak om de klant gedurende het proces te begeleiden, hierbij had BAM-O de klant beter duidelijk kunnen maken dat eisen, die na de contractvorming worden ingediend, als contractafwijkingen gezien worden en daarmee ook financiële gevolgen kunnen hebben. Het is daarom belangrijk om voor de contractvorming alle, op dat moment bekende, eisen en wensen boven tafel te krijgen. Zodat de klant krijgt wat hij wenst en de aannemer de kosten in de prijs van het contract kan verwerken.

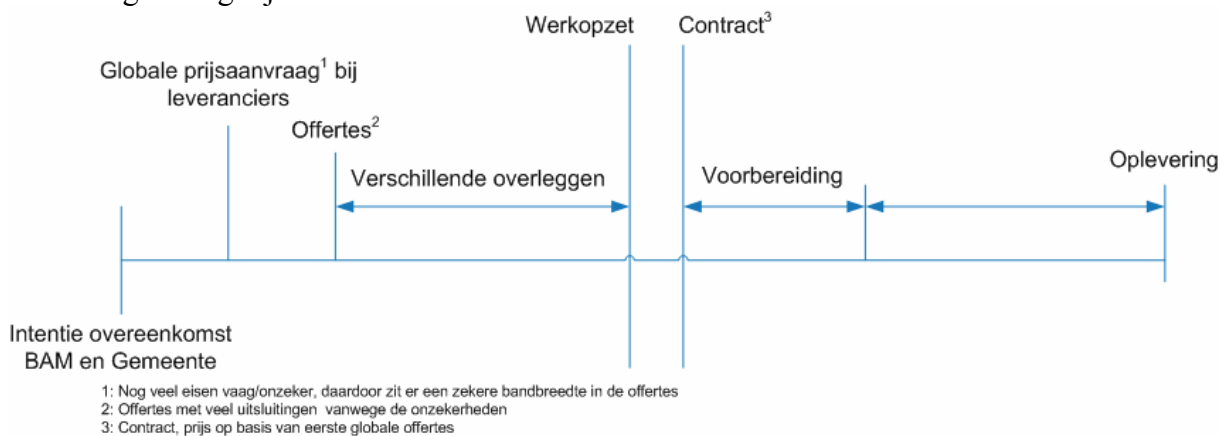
Bij enkele inrichtingelementen zijn fouten gemaakt t.o.v. het uitzetten van de opdrachten bij leveranciers. Zo is een parterre om een boom op het plein geleverd door de leverancier, maar bleek het contract niet inclusief aanbrenge te zijn. Ook bleek dat er geen rekening was

gehouden dat er een onderbouw nodig was voor het bouwwerk. Dit werk kwam er nog extra bij, het had voorkomen kunnen worden door het werk goed uit te zetten.

Bij de watertafel was een soortgelijke fout gemaakt, ook hier was geen rekening gehouden met de onderbouw, deze moest op het laatste moment nog gemaakt worden. Dit is niet direct goed gegaan, de betonnen ondersteuning moest nog weer (deels) worden uitgezaagd.

Bij de skatebaan is voor o.a. de onderbouw en opbouw, advies gevraagd aan de leverancier, dit verliep daardoor beter. Over de afwerking van o.a. de naden tussen de betonnen elementen is echter geen advies ontvangen en dit is dan ook niet direct goed uitgevoerd.

Kijkend naar de tijdlijn is hier de fout gemaakt dat de bedragen van de offertes die in het begin stadium zijn aangevraagd zijn overgenomen in de vaste prijs van het contract. Op een later stadium (met meer zekerheid) had nogmaals gekeken moeten worden naar de offertes. De offertes hadden geverifieerd moeten worden op de eisen. Dan was men er achter gekomen dat dit niet het geval was en had de leverancier gevraagd moeten worden naar de prijzen zonder de uitsluitingen en/of er had gekeken moeten worden of het zelf uitvoeren van deze uitsluitingen mogelijk is en naar de kosten daarvan.

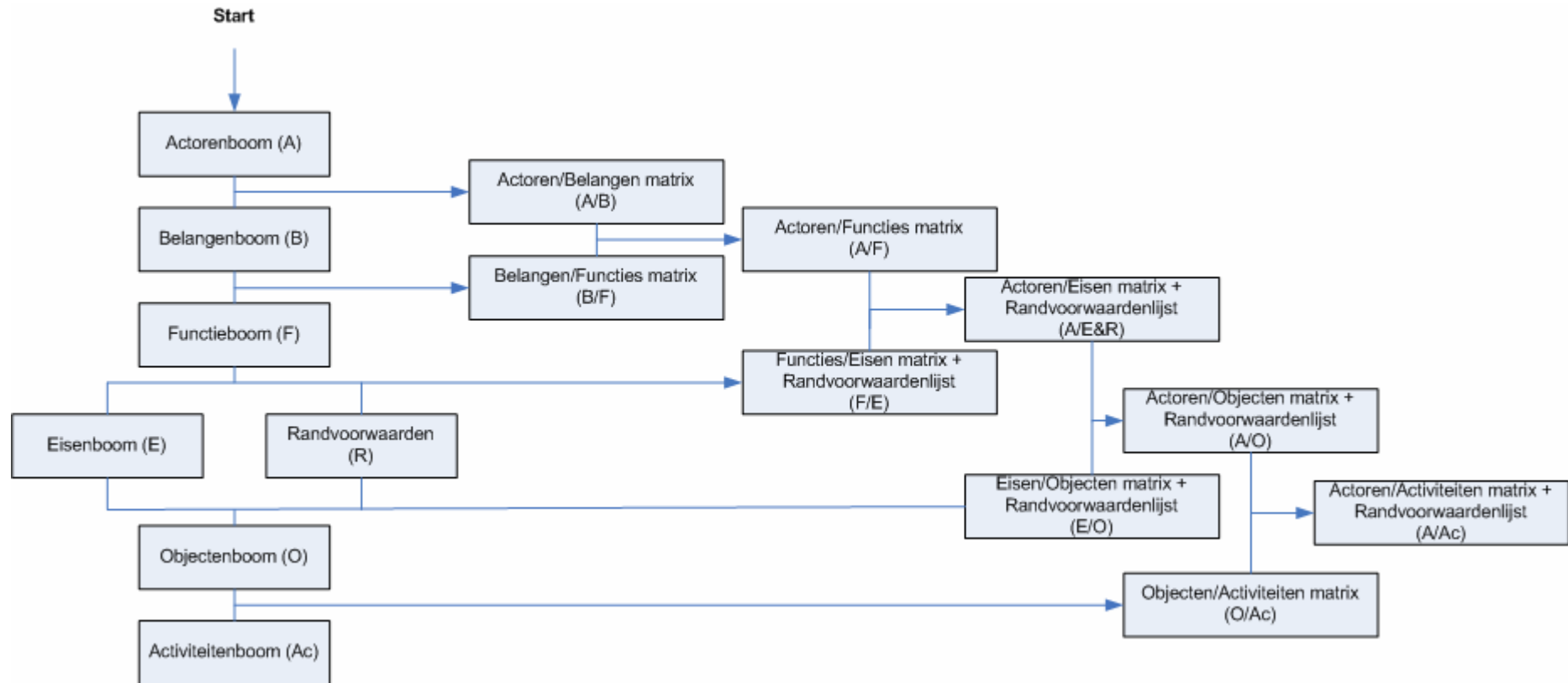


Figuur 1: Tijdlijn Stationsplein Apeldoorn

Bij de verharding is juist wel goed gekeken naar de eisen en wensen en het (door de opdrachtgever) voorgestelde materiaal bleek na uitvoerige testen hier niet aan te voldoen. Vervolgens zijn verschillende andere materialen getest en bekeken en is uiteindelijk gekozen voor een oplossing die wel voldeed aan de eisen. Door meer aandacht aan de lichtmasten en inrichtingselementen besteden, hadden ook hierbij problemen voorkomen kunnen worden.

Voorbeeld toepassing SE

De onderstaande figuur geeft weer welke boomstructuren met elkaar verbonden worden met behulp van matrices. Op de volgende pagina staat een korte uitleg over hoe deze gelezen moet worden

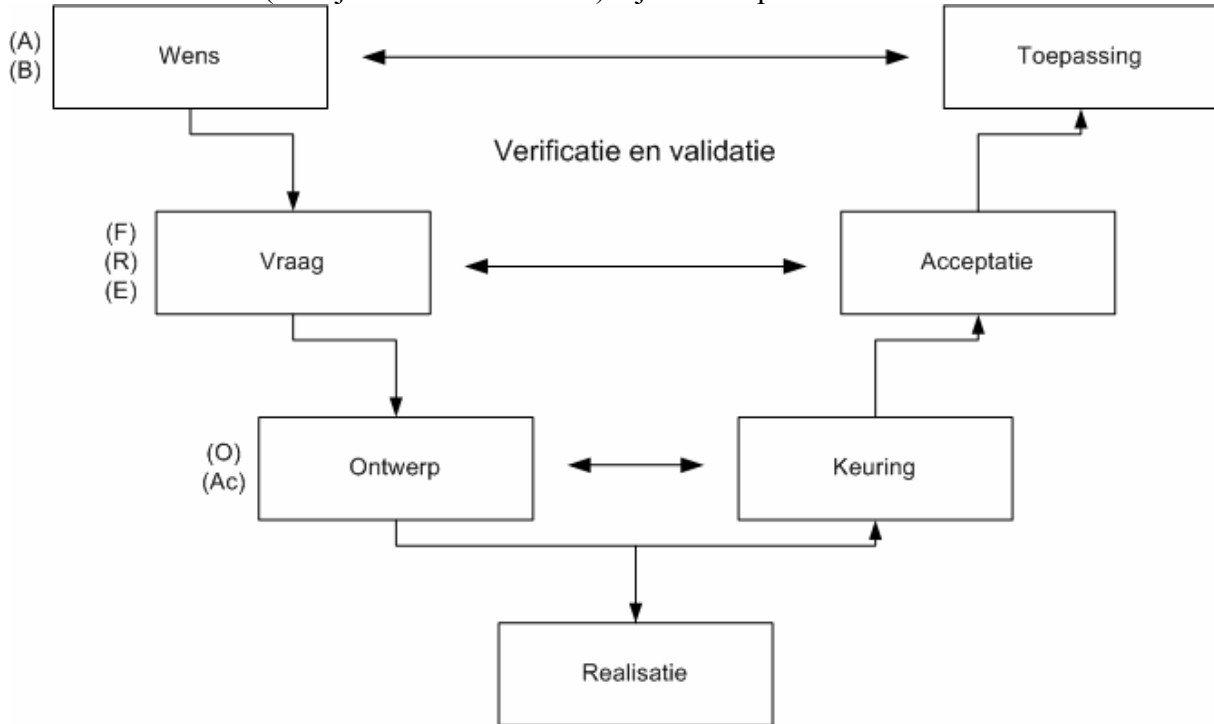


Figuur: Stroomschema boomstructuren en matrices

Uitleg bij de figuur op de vorige pagina:

De figuur moet gelezen worden van boven naar beneden en van links naar rechts. Van boven naar beneden geeft de volgorde van de boomstructuren achtereenvolgens in tijd aan. Bij de actorenboom (A) wordt gestart en van daaruit wordt stap voor stap gekomen tot de activiteitenboom (Ac). De relatie tussen de bomen kan worden vastgelegd in matrices, van links naar rechts is aangegeven welke matrix volgt uit 2 of soms 3 boomstructuren. Ook is aangegeven welke matrix wordt verkregen door 2 matrices te vermenigvuldigen, door deze doorrekenmethode is uiteindelijk te zien hoe de eerste en de laatste boomstructuur met elkaar in relatie staan.

De boomstructuren (en bijbehorende matrices) zijn ook te plaatsen in het V-model



Figuur: Plaats boomstructuren in V-model

Te zien is dat de boomstructuren allen binnen de ontwerpfase vallen. In de rest van deze bijlage zijn twee voorbeelden gegeven voor de boomstructuren en de bijbehorende matrices.

Voorbeeld 1 (zonder onderhoud):

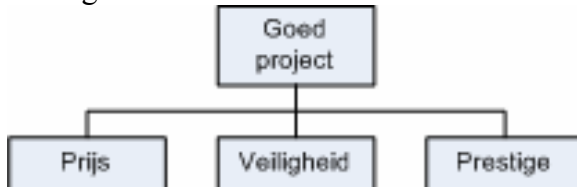
Om het voorbeeld niet te complex te maken is het aantal actoren en belangen geminimaliseerd, hierom is ook alleen gekeken naar de lichtmasten.

Ten eerste wordt van de actoren en de belangen naar de functies en randvoorwaarden gewerkt.

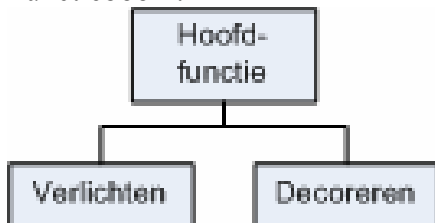
Actorenboom:



Belangenboom:



Functieboom:



Actoren/belangen matrix

a	b	Prijs	Veiligheid	Prestige
OG		0,5	0,42	0,08
ON		0,5	0,38	0,13

Belangen/functies&randvoorwaarden matrix

b (f&r)	Verlichten	Decoreren	Max. prijs
Prijs	0,09	0,09	0,82
Veiligheid	0,82	0,09	0,09
Prestige	0,15	0,79	0,07

Door de actoren/belangen matrix te vermenigvuldigen met de belangen/functies&randvoorwaarden matrix wordt de volgende actoren/functies&randvoorwaarden matrix verkregen.

Actoren/functies&randvoorwaarden matrix

a f&r	Verlichten	Decoreren	Max. prijs
OG	0,40	0,15	0,45
ON	0,37	0,18	0,45

Uit de functies volgen de eisen.

Hiervoor is de onderstaande eisenboom opgesteld.



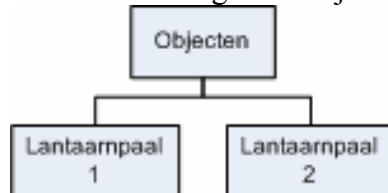
Randvoorwaarden:

- Maximum kostprijs

Door de actoren/functies&randvoorwaarden matrix te vermenigvuldigen met de functies&randvoorwaarden/ eisen matrix wordt de actoren/eisen matrix verkregen.

a e	Lichtopbrengst	Model	Laagste kostprijs
OG	0,38	0,22	0,41
ON	0,36	0,24	0,41

Uit de eisen volgen de objecten, daarvoor is de onderstaande objectenboom opgesteld.



Door de actoren/eisen matrix te vermenigvuldigen met de eisen/objecten matrix wordt de actoren/objecten matrix verkregen.

A \ O	Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2
OG	0,86	0,73
ON	0,86	0,73
	1,73	1,46

In deze laatste matrix is te zien dat lantaarnpaal 1 de voorkeur krijgt als we de scores van de beide actoren optellen (ervan uitgaande dat de actoren even zwaar meewegen).

Voorbeeld 2 (met onderhoud):

Voor dit voorbeeld kunnen dezelfde boomstructuren als het voorbeeld hierboven gebruikt worden, bij de bomen wordt 1 element toegevoegd, veroorzaakt door het belang onderhoud. Deze boomstructuren zullen dan ook niet nogmaals worden getoond. We zullen hier ingaan op de verandering in de matrices die worden veroorzaakt door het belang onderhoud. We laten de gewijzigde matrices zien die de boomstructuren in deze nieuwe situatie verbinden.

Actoren/belangen matrix

a	b	Prijs	Veiligheid	Prestige	Onderhoud
OG		0,50	0,23	0,05	0,23
ON		0,50	0,30	0,10	0,10

Actoren/functies&randvoorwaarden matrix

a	f&r	Verlichten	Decoreren	Max. prijs	Vervangingstijd
OG		0,24	0,11	0,42	0,23
ON		0,29	0,15	0,41	0,15

Actoren/eisen matrix

a	e	Lichtopbrengst	Model	Laagste kostprijs	Dikte	
OG			0,24	0,17	0,35	0,23
ON			0,28	0,20	0,35	0,17

Actoren/objecten matrix

		O	
		Lantaarnpaal 1	Lantaarnpaal 2
A	OG	0,65	0,71
	ON	0,70	0,74
		1,36	1,45

In deze laatste matrix is te zien dat lantaarnpaal 2 de voorkeur krijgt als we de scores van de beide actoren optellen (ervan uitgaande dat de actoren even zwaar meewegen).

“Correlaties”

De “correlatie” tussen de actoren kan berekend worden met behulp van de uitgerekenen matrices. Dit is niet de werkelijke correlatie, maar deze “correlatie” kent overeenkomst met de correlatiecoëfficiënt, deze is uit te rekenen nadat matrices zijn ingevuld. De “correlatie” wordt berekend door een matrix te vermenigvuldigen met zijn getransponeerde matrix en deze vervolgens te normeren, in paragraaf 3.4.1.1 van het eindrapport is de manier van rekenen uitgebreid beschreven. De keuze van matrix en de volgorde hangt af van de “correlatie” die je wilt berekenen. Zo krijgt je de “correlatie” tussen de actoren vanuit het oogpunt van de belangen door $A/B * A/B^T = A/A$, de “correlatie tussen de objecten vanuit het oogpunt van de eisen krijg je door $E/O^T * E/O = O/O$.

Voorbeeld “zonder onderhoud”:

Dit rekenwerk is gedaan voor het voorbeeld “zonder onderhoud” en “met onderhoud”.

Hieronder zijn de uitkomsten weergegeven voor het voorbeeld “zonder onderhoud”.

Correlatie tussen actoren vanuit belangen:

a a	OG	ON
OG	1,00	0,03
ON	0,03	1,00

Correlatie tussen actoren vanuit functies en randvoorwaarden:

a a	OG	ON
OG	1,00	0,09
ON	0,09	1,00

Correlatie tussen actoren vanuit eisen:

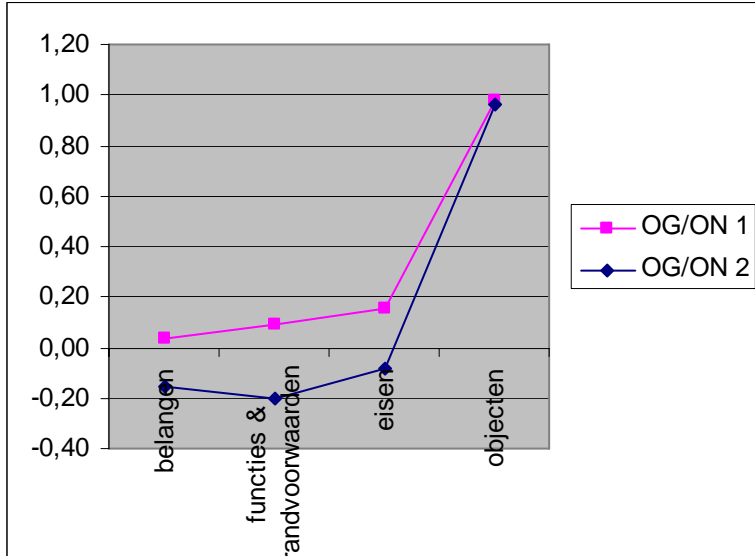
a a	OG	ON
OG	1,00	0,15
ON	0,15	1,00

Correlatie tussen actoren vanuit objecten:

a a	OG	ON
OG	1,00	0,98
ON	0,98	1,00

Vanuit het oogpunt van de belangen tonen de actoren nog weinig correlatie (0,03). Te zien is dat de correlatie gedurende het proces toeneemt en uiteindelijk vanuit oogpunt van de objecten bijna perfect positief verband is.

De actoren komen dus duidelijk gedurende het proces dichterbij elkaar, in de onderstaande figuur is voor zowel voor het voorbeeld met (OG/ON 1) als zonder (OG/ON 2) onderhoud weergegeven hoe de “correlatie” verloopt. Te zien is dat voor beide gevallen de “correlatie” naar 1 (perfecte correlatie) gaat, bij het voorbeeld met onderhoud loopt de “correlatie” sneller op.



Figuur: Correlatie verloop tussen OG en ON

Bijlage 13: Toepassing matrix methode halfverharding N50

De Systems Engineering procedure wordt gedemonstreerd om te laten zien dat de procedure in de praktijk meerwaarde oplevert.

Aangenomen wordt dat de werkwijze van de SE procedure ervoor zorgt dat de kans op fouten zoals bijvoorbeeld het vergeten van een actor of belang kleiner wordt. Het doorberekenen van de matrices laat zien of door een fout, bijvoorbeeld door het weglaten van een actor of belang, of door wijziging van een belang, een verandering in de voorkeur voor een object plaatsvindt. Is dit het geval, dan is daarmee het belang van de SE procedure getoond. Dit laat namelijk zien dat fouten zoals het vergeten van een actor of belang grote gevolgen kan hebben voor de voorkeur van een object (of concept).

De procedure wordt getoetst op de N50, de toets zal niet op de gehele N50 toegepast worden, maar op een onderdeel waar een fout in de ontwerpfase is gemaakt.

Eerst is daarom binnen het project gezocht naar een duidelijk voorbeeld van een fout gemaakt in de ontwerpfase. Om deze te vinden zijn de afwijkingen van de N50 onderzocht, omdat dit soort fouten als afwijking moeten worden vastgelegd.

Afwijking 002 is gekozen als duidelijk voorbeeld van een afwijking waarbij een fout is opgetreden, die waarschijnlijk met het goed uitvoeren van de SE procedure voorkomen had kunnen worden.

Afwijking 002: “Aanpassen breedte halfverharding t.b.v. hulpdiensten”

Omschrijving:

De door de opdrachtgever geëiste minimale breedte van de halfverharding bleek niet aan de wensen van de hulpdiensten te voldoen.

Oorzaak:

Vermoedelijk is de oorzaak het te laat vragen naar de mening van de hulpdiensten. Het belang van de hulpdiensten is wel meegenomen, er is immers wel halfverharding ten behoeve van de hulpdiensten in het ontwerp opgenomen, maar de eis van de breedte voldoet niet. Blijkbaar is er een fout ingeslopen tussen de omzetting van het belang tot het uiteindelijke object (de te smalle strook halfverharding). Vroege betrokkenheid van en communicatie met de hulpdiensten had dit waarschijnlijk kunnen voorkomen.

De SE procedure is opgesteld om te zorgen dat alle wensen gedurende het proces worden meegenomen, zodat uiteindelijk een ontwerp ontstaat dat volledig voldoet aan de wensen (belangen) van de actoren. Bij de N50 is de ontwerpfase grotendeels uitgevoerd door de Opdrachtgever, deze afwijking is dan ook voor rekening van de opdrachtgever. Voor deze demonstratie maakt dit niet uit, deze moet immers tonen dat het gebruik van de procedure in dit geval een verbetering was geweest ten opzichte van hoe het nu verlopen is. Waarbij het er niet toe doet wie de SE procedure uitvoert.

Demonstratie:

Wanneer de actoren van de N50 verdelen over 3 groepen: Opdrachtgever (OG), Opdrachtnemer (ON) en Omgeving (Om), kunnen de hulpdiensten in de groep omgeving geplaatst worden. De fout kan gezien worden als een verkeerde eis (breedte), waardoor een object of concept (in dit geval halfverharding) aan de hand van de (verkeerde) eis wordt ontworpen. Hierdoor ontstaat een fout eindproduct dat wel aan de (foute) eisen voldoet, maar

niet aan de wens (vanwege de foute eis). Dit zou niet het geval zijn geweest als de eis goed was geweest.

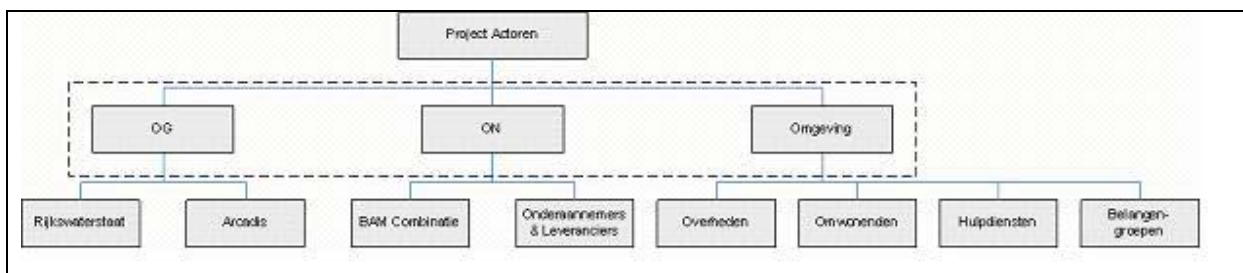
Wanneer we aannemen dat door het toepassen van de SE procedure, de hulpdiensten wel gehoord worden bij het bepalen van de belangen, betekent dit een verandering van de eis en daardoor een verandering in de waarde in de eisen/objecten matrix.

Uitwerking voorbeeld.

Het voorbeeld van de N50 zal hieronder worden uitgewerkt, waarbij de nadruk ligt op de totstandkoming van de eisen van de halfverharding.

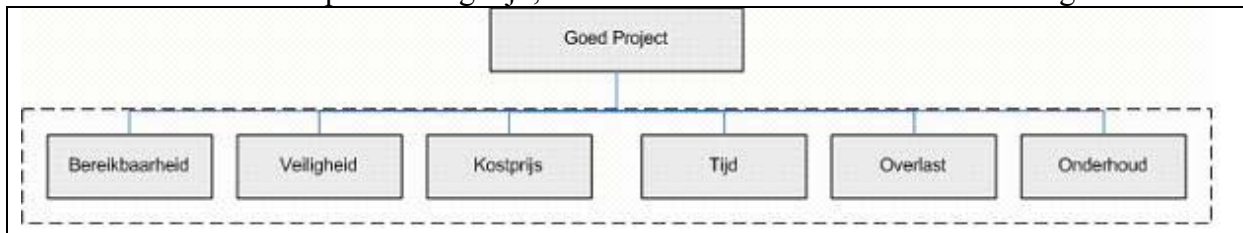
Actoren:

In de onderstaande boom zijn de actoren van de N50 weergegeven, waarbij met een gestippeld kader is aangegeven welk niveau wordt gebruikt in de matrix.



Belangen:

De belangen zijn in de onderstaande boom weergegeven. Het gaat hier om de hoofdbelangen, er is een verdere decompositie mogelijk, maar dat is voor het voorbeeld niet nodig.



Hieronder zullen de belangen uitgelegd worden:

Bereikbaarheid (vergroten):

Een weg wordt aangelegd vanwege het belang van bereikbaarheid, de functies van een weg dienen het belang van bereikbaarheid.

Veiligheid (verhogen):

Veiligheid heeft betrekking op zowel veiligheid in de uitvoering als tijdens het gebruik. Voor de gebruiksfase is er een minimum niveau aan veiligheid, dit is het niveau waar geen extra maatregelen genomen worden om de veiligheid te verhogen. Bij een hoger niveau worden wel maatregelen genomen, bijvoorbeeld verlichting en belijning. Het belang van veiligheid is hier het belang om de veiligheid boven het minimum niveau te krijgen.

Kostprijs:

Kostprijs is het bedrag dat men over heeft om alle andere belangen te vervullen. De waardering van de kostprijs moet dus gelijk zijn aan de som van de waarderingen van de andere belangen.

Tijd (beperken):

Tijd is het belang om de weg binnen een bepaalde periode te realiseren.

Overlast (beperken):

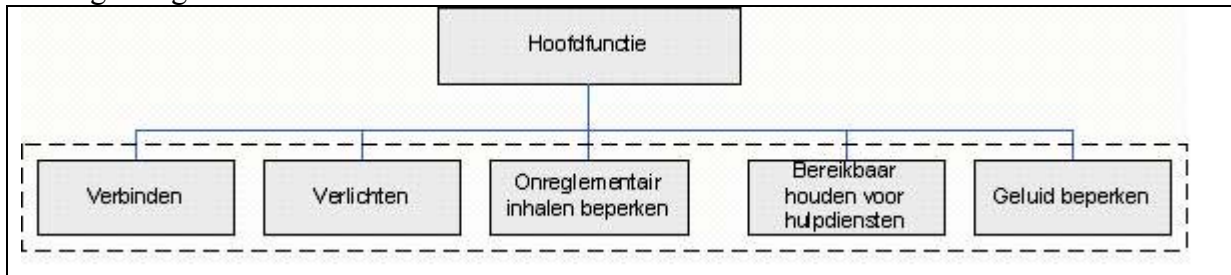
Het belang overlast kan gezien worden als het belang van verkorting van de uitvoeringstijd, omdat hiermee de overlast tijdens uitvoering beperkt wordt.

Onderhoud beperken:

Het belang onderhoud wordt gezien als het belang van de kwaliteit van een product, een hogere kwaliteit zal minder onderhoud met zich meebrengen.

Functies:

Bij het opstellen van de functieboom is de aandacht gelegd op de functies die leiden tot de halfverharding, deze boom is dus maar een onderdeel van de boom die voor alle functies is op te stellen. De functies komen voort uit belangen, zo komt de functie verlichten voort uit het belang veiligheid.



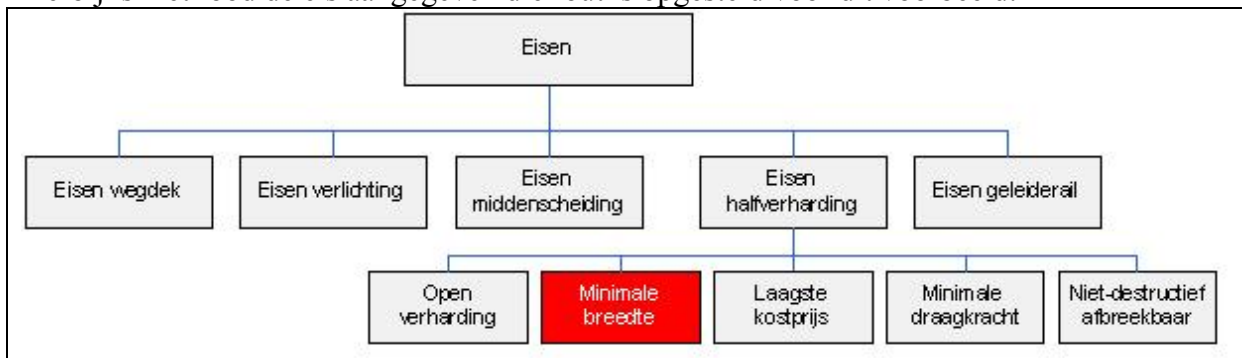
Randvoorwaarden:

Hieronder zijn enkele voorbeelden van randvoorwaarden die bij een project gesteld kunnen worden. Randvoorwaarden komen ook voort uit belangen, zo komt de geluidsnorm voort uit het belang overlast.

- geluidsnorm
- grenzen m.b.t. vergunning
- maximum kostprijs
- minimum levensduur
- enz.

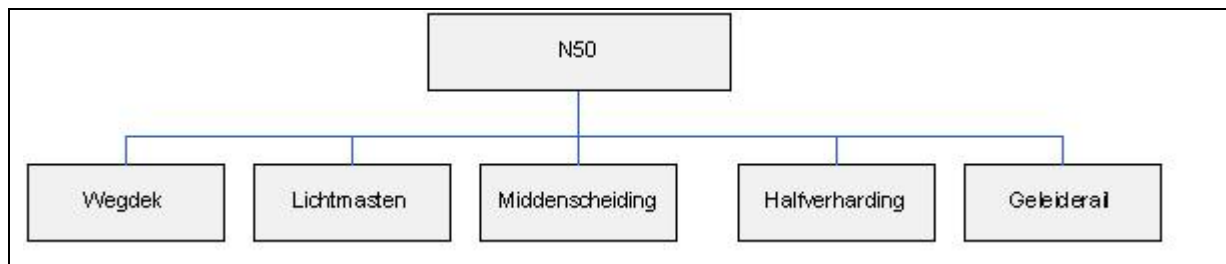
Eisen:

Bij de eisen is wederom de aandacht op de eisen met betrekking tot de halfverharding gelegd, hierbij is met rood de eis aangegeven die fout is opgesteld voor dit voorbeeld.



Objecten:

De onderstaande objectenboom geeft een indruk van verschillende objecten, voor dit voorbeeld is alleen de halfverharding van belang.



Twee situaties:

Met de bovenstaande gegevens worden nu voor twee situaties de matrices ingevuld.

Situatie 1:

De praktijk, waarbij de hulpdiensten niet tijdig betrokken zijn en de eis van de minimale breedte voor de halfverharding niet juist (onvoldoende) is.

Situatie 2:

Het gebruik van de SE procedure, waarbij de hulpdiensten wel worden betrokken en de eis van de breedte wel juist is.

Waarderen belangen:

Opdrachtgever:

De gunning van de N50 is gebaseerd op een EMVI-score, die wordt uitgerekend door van de inschrijfsom een bedrag af te trekken voor de tijdsduur van de afsluiting van de N50 en het geboden kwaliteitspakket voor de asfaltverharding. Voor de tijdsduur was een maximum afsluitperiode gegeven van 83 dagen (1 okt. – 22 dec.) en ieder dag minder leverde een bonus van € 25.000,- op. Voor Asfalt verharding waren 3 kwaliteitspakketten in kwaliteit oplopend A, B en C, die respectievelijk een bonus opleverden van € 0,-, € 500.000,- en € 1.000.000,-.

De BAM heeft op dit project een ingeschreven met een oorspronkelijke inschrijfsom van € 6.500.000,-, het werk zou in 28 dagen gereed zijn en kwaliteitspakket C werd geboden.

De tijdsbonus is $(83-28) \times € 25.000 = € 1.375.000,-$

De kwaliteitsbonus is € 1.000.000,-

Door deze twee bedragen van de inschrijfsom te trekken blijft een bedrag van € 4.125.000,- over.

De tijdsbonus lijkt twee doelen te kennen, enerzijds is deze bedoeld om de eindtijd van 22 december te waarborgen, anderzijds is deze bedoeld om de overlast te verminderen. De bonus kan daarmee worden toegewezen aan de twee belangen: Tijd en Overlast beiden een bedrag van € 687.500,-.

De kwaliteitsbonus kan gekoppeld worden aan het belang onderhoud.

Er zijn dan nog drie belangen over, bereikbaarheid, veiligheid en prijs.

Prijs is een speciaal belang, prijs kan namelijk gezien worden als het bedrag dat (in dit geval) de opdrachtgever over heeft om de overige belangen te vervullen.

De prijs moet in evenwicht zijn met wat de andere belangen waard zijn, dus prijs = bereikbaarheid + veiligheid + tijd + overlast + onderhoud.

Prijs krijgt de waarde van € 6.500.000,- en het bedrag van € 4.125.000,- kan verdeeld worden over de belangen bereikbaarheid en veiligheid, dus voor beide belangen een bedrag van 2.062.500,-.

Nu aan ieder belang een bedrag is gekoppeld kunnen de wegingsfactoren uitgerekend worden.

Dit levert het volgende op:

Belang	Waarde in euro's	Wegingsfactor
Bereikbaarheid	2.012.500	0,16
Veiligheid	2.012.500	0,16
Prijs	6.400.000	0,5
Tijd	687.500	0,05
Overlast	687.500	0,05
Onderhoud	1.000.000	0,08
Totaal:	12.800.000	

Om deze cijfers te toetsen is ook gevraagd aan de projectleider (Ab de Jong) om de belangen via paarsgewijze vergelijking in te vullen.

Bereikbaarheid en Veiligheid werden aangegeven als belangrijkste belangen. Het belang Prijs was eerst lastig, maar Ab was het er mee eens dat de prijs gelijk zou moeten zijn aan de som van de andere belangen.

Hoeveel belangrijker Bereikbaarheid en Veiligheid zijn ten opzichte van Tijd, Overlast en Onderhoud vond hij moeilijk te zeggen. Tijd, Overlast en Onderhoud onderling afgewogen zou hij zeggen dat Tijd belangrijker is dan de ander twee, maar mogelijk kan omdat het gehele aandeel van deze drie klein is gezegd worden dat ze gelijk zijn.

OG	Bereikbaarheid	Veiligheid	Prijs	Tijd	Overlast	Onderhoud	Wegingsfactor
Bereikbaarheid	1	1		7	7	7	0,21
Veiligheid	1	1		7	7	7	0,21
Prijs			1				0,5
Tijd	1/7	1/7		1	1	1	0,03
Overlast	1/7	1/7		1	1	1	0,03
Onderhoud	1/7	1/7		1	1	1	0,03

Opdrachtnemer:

De waardering van de belangen voor de opdrachtgever zullen berekend worden.

Zoals gezegd is prijs een speciaal belang, prijs kan namelijk gezien worden als het bedrag dat (in dit geval) de opdrachtnemer wil ontvangen om de overige belangen voor de opdrachtgever te vervullen. De prijs moet in evenwicht zijn met wat de andere belangen, het totaal van de wegingsfactoren is 1, dus prijs is 0,5 en de overige belangen samen zijn ook 0,5.

De overige belangen kunnen met behulp paarsgewijze vergelijking uitgerekend worden.

Het belang veiligheid staat bij de BAM-O hoog op de agenda, niet alleen veiligheid op de werkplek, maar ook daarbuiten. Wanneer we de overige vier belangen bekijken, kunnen we vaststellen dat bereikbaarheid, tijd en overlast meer maatschappelijk belangen zijn.

Onderhoud is zoals hierboven aangegeven een aspect van kwaliteit, hiermee kan BAM-O de kwaliteit van haar product laten zien aan de klant.

De drie maatschappelijk belangen kennen hoewel niet onbelangrijk de minste waarde voor BAM-O, ten opzichte van deze drie belangen is het belang onderhoud is iets belangrijker (cijfer 3), veiligheid weer belangrijker dan onderhoud (5) en prijs staat daar weer boven (7).

We komen dan tot de onderstaande tabel.

ON	Bereikbaarheid	Veiligheid	Tijd	Overlast	Onderhoud	Wegingsfactor
Bereikbaarheid	1	1/5	1	1	1/3	0,04
Veiligheid	5	1	5	5	3	0,25
Tijd	1	1/5	1	1	1/3	0,04
Overlast	1	1/5	1	1	1/3	0,04
Onderhoud	3	1/3	3	3	1	0,12
Prijs						0,50

Om de cijfers te toetsen is gevraagd aan de calculator van de N50 (Roel Atema) om aan de belangen een prijskaartje te hangen. Hiervoor is gekeken op welke kosten BAM-O het project had ingeschat, wat de snelle uitvoering kostte en welke kosten geschat werden om kwaliteitspakket C aan te bieden.

Dit leverde de volgende bedragen op

Inschatting kosten sneller uitvoeren:

De kosten van het sneller uitvoeren zitten hem o.a. in het betalen van extra kosten door toeslagen op nachtelijke uren en kosten voor geschatte risico's.

Het totaal van de kosten voor het sneller uitwerken is geschat op €200.000.

Inschatting kosten kwaliteitspakket C:

Er is gekozen voor een ander (beter) type ZOAB, waarvan men verwacht te kunnen voldoen aan de eisen uit pakket C. Dit type is €4,- duurder per ton, er is ongeveer 10.000 ton verwerkt dus hiervoor is het prijskaartje €40.000,-. De directie heeft achteraf nog een bedrag van €200.000 gereserveerd voor het risico dat er toch onderhoudswerkzaamheden moeten gebeuren. Dit zorgt voor een totaal bedrag van €240.000.

In schatting totale kosten project:

Het project is tegen kostprijs aanbesteed, de geschatte kosten zijn dus gelijk aan de aanneemsom €6.400.000.

Belang	Waarde in euro's	Wegingsfactor
Bereikbaarheid	2.980.000	0,23
Veiligheid	2.980.000	0,23
Prijs	6.400.000	0,5
Tijd	100.000	0,01
Overlast	100.000	0,01
Onderhoud	240.000	0,02
Totaal:	12.800.000	

Omgeving:

Zoals we bij de opdrachtnemer al hebben aangegeven zijn de belangen: bereikbaarheid, tijd en overlast maatschappelijk belangen, veiligheid is ook een maatschappelijk belang. Prijs en onderhoud zijn niet onbelangrijk, maar zijn indirect van belang voor de omgeving. De belangen: bereikbaarheid, tijd, overlast en veiligheid zijn dus belangrijker (cijfer 3) t.o.v. de prijs en onderhoud. De cijfers leveren de onderstaande tabel op.

Omgeving	Bereikbaarheid	Veiligheid	Prijs	Tijd	Overlast	Onderhoud	Wegingsfactor
Bereikbaarheid	1	1	3	1	1	3	0,21
Veiligheid	1	1	3	1	1	3	0,21
Prijs	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	0,07
Tijd	1	1	3	1	1	3	0,21
Overlast	1	1	3	1	1	3	0,21
Onderhoud	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	0,07

Actoren/belangen matrix:

De gewichten kunnen in de actoren/belangen matrix worden ingevoerd.

Hieruit volgt de onderstaande actoren/belangen (A/B) matrix.

A \ B	Bereikbaarheid	Veiligheid	Kostprijs	Tijd	Overlast	Onderhoud
OG	0,16	0,16	0,50	0,05	0,05	0,08
ON	0,23	0,23	0,50	0,01	0,01	0,02
Omgeving	0,21	0,21	0,07	0,21	0,21	0,07

Waarderen functies en randvoorwaarden:

Om de belangen/functies&randvoorwaarden matrix in te vullen, moet per belang de functies en randvoorwaarden tegen elkaar gewaardeerd worden. Voor deze uitwerking hebben we gekeken naar de functies en randvoorwaarden die betrekking hebben op de halfverharding. In het voorbeeld hieronder zijn de functies en randvoorwaarden tegen elkaar gewaardeerd voor het belang bereikbaarheid, hetzelfde moet dus voor de overige 5 belangen gedaan worden.

De belangrijkste functie voor bereikbaarheid is het verbinden, de functies verlichten, onreglementair inhalen beperken en bereikbaarheid hulpdiensten zijn daarna het belangrijkste voor het belang bereikbaarheid omdat deze ongelukken voorkomen of snel de problemen proberen op te lossen. Het geluid beperken en de max. kostprijs zijn van weinig tot geen waarde voor het belang bereikbaarheid. Met deze onderbouwing is de onderstaande tabel ingevuld voor het belang bereikbaarheid:

Bereikbaarheid	Verbinden	Verlichten	Onreglementair inhalen beperken	Bereikbaar hulpdiensten	Geluid beperken	Maximum kostprijs	wegingsfactor
Verbinden	1	3	3	3	9	9	0,40
Verlichten	1/3	1	1	1	7	7	0,18
Onreglementair inhalen beperken	1/3	1	1	1	7	7	0,18
Bereikbaar hulpdiensten	1/3	1	1	1	7	7	0,18
Geluid beperken	1/9	1/7	1/7	1/7	1	1	0,03
Maximum kostprijs	1/9	1/7	1/7	1/7	1	1	0,03

Belangen/functies&randvoorwaarden matrix:

Na het uitrekenen van de wegingsfactoren voor alle belangen is de onderstaande belangen/functies&randvoorwaarden matrix ingevuld.

B \ F&R	Onreglementair					
	Verbinden	Verlichten	inhalen beperken	Bereikbaar hulpdiensten	Geluid beperken	Maximum kostprijs
Bereikbaarheid	0,40	0,18	0,18	0,18	0,03	0,03
Veiligheid	0,04	0,35	0,35	0,17	0,04	0,04
Kostprijs	0,28	0,08	0,04	0,08	0,04	0,49
Tijd	0,45	0,12	0,25	0,12	0,05	0,02
Overlast	0,11	0,04	0,11	0,11	0,50	0,11
Onderhoud	0,27	0,27	0,05	0,07	0,07	0,27

Waarderen eisen:

Om de functies&randvoorwaarden/eisen matrix in te vullen, moet voor iedere functie en randvoorwaarde de eisen tegen elkaar gewaardeerd worden. Hierbij wordt gekeken in hoeverre een eis ervoor zorgt dat aan een functie of randvoorwaarde voldaan wordt. Hieronder is voor de functie “onreglementair inhalen beperken” een afweging gemaakt tussen de eisen. Voor deze functie is de eis dat de vluchtstrook openverharding moet zijn het belangrijkste, de overige eisen zorgen niet of nauwelijks voor het perken van het onreglementair inhalen. We kunnen dan de volgende matrix invullen voor deze functie.

Onreglementair inhalen beperken	Open verharding	Minmale breedte	Minimale draagkracht	Niet-destructief afbreekbaar	Laagste kostprijs	wegingsfactor
Open verharding	1	9	9	9	9	0,69
Minmale breedte	1/9	1	1	1	1	0,08
Minimale draagkracht	1/9	1	1	1	1	0,08
Niet-destructief afbreekbaar	1/9	1	1	1	1	0,08
Laagste kostprijs	1/9	1	1	1	1	0,08

Funcities&randvoorwaarden/eisen matrix:

Na het berekenen van de wegingsfactoren voor alle functies en randvoorwaarden is de onderstaande functies&randvoorwaarden/eisen matrix ingevuld.

E F&R	Open verharding	Minimale breedte	Minimale draagkracht	Niet-destructief	Laagste kostprijs
Verbinden	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Verlichten	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Onreglementair inhalen beperken	0,69	0,08	0,08	0,08	0,08
Bereikbaar hulpdiensten	0,08	0,38	0,38	0,08	0,08
Geluid beperken	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Maximum kostprijs	0,08	0,08	0,08	0,08	0,69

Waarderen objecten:

De objecten worden niet volgens de AHP-methode tegen elkaar afgewogen, bij de objecten is het meer een soort van meten of keuren. Per eis wordt gekeken of het object aan de eis voldoet of welke waardering deze voor de eis krijgt, dit is afhankelijk van de eis en hoe deze gesteld wordt. De eis van laagste kostprijs, kan naar de kostprijs van twee vergelijkbare objecten gekeken worden en hoe deze zich verhouden.

Voor dit voorbeeld is gekozen voor twee concepten voor de vluchtstrook, concept 1 en concept 2, deze verschillen in breedte van elkaar en (als gevolg daarvan) ook in kosten. De breedte van concept 1 voldoet precies aan de eis van situatie 1 voor de minimale breedte, concept 2 voldoet aan de eis van situatie 2 voor de minimale breedte en dus ook ruim aan de eis van situatie 2 voor de minimale breedte. Bij een eis gesteld als minimale breedte of minimale draagkracht (minder mag niet), is het een score 1 (voldoet wel) of 0 (voldoet niet). Bij de eis van laagste prijs, moet gekeken worden naar de verhouding tussen twee concepten, deze is voor dit voorbeeld ongeveer 2:8 dat levert een waarde op van 2/10 en 8/10. Omdat de eis gesteld is als laagste prijs, moet je 1 min de waarde invullen, dus voor concept één levert dat 4/5 op en voor concept twee 1/5.

Aan de overige eisen wordt voldaan (score 1) in beide situaties, behalve voor de eis van minimale breedte, aan deze wordt voldaan in situatie 1 (met de verkeerde eis), aan deze eis wordt niet voldaan (score 0) door concept 1 in de situatie 2 (met de goede eis).

Voor deze twee situatie krijgen we dan de volgende twee matrices.

Situatie 1:			Situatie 2:		
E \ O	Halfverharing concept 1	Halfverharding concept 2	E \ O	Halfverharing concept 1	Halfverharding concept 2
Open verharding	1	1	Open verharding	1	1
Minimale breedte	1	1	Minimale breedte	0	1
Minimale draagkracht	1	1	Minimale draagkracht	1	1
Niet-destructief	1	1	Niet-destructief	1	1
Laagste kostprijs	0,80	0,20	Laagste kostprijs	0,80	0,20

Uit deze matrices kan in situatie 2 de keuze gemaakt worden om concept 1 af te laten vallen omdat deze niet aan een eis voldoet. In situatie 1 moeten echter de matrices doorgerekend worden om te zien welk concept de voorkeur krijgt. Dit is voor beide situaties gedaan, om te laten zien dat de keuze voor een concept ook kan omslaan als de eis bijvoorbeeld niet bindend. Door verschillende malen door te rekenen zijn de onderstaande actoren/objecten matrices verkregen.

Situatie 1:			Situatie 2:		
A \ O	Halfverharing concept 1	Halfverharding concept 2	A \ O	Halfverharing concept 1	Halfverharding concept 2
OG	0,94	0,76	OG	0,77	0,76
ON	0,94	0,76	ON	0,77	0,76
Omgeving	0,96	0,84	Omgeving	0,77	0,84
Som:	2,84	2,36	Som:	2,30	2,36

Hieruit is af te lezen dat in situatie 1, concept 1 de voorkeur krijgt en in situatie 2 de voorkeur omslaat en concept 2 de voorkeur krijgt.

Dit voorbeeld laat zien dat een verkeerde eis kan zorgen voor de keus van een verkeerd concept, een dergelijk keus kan voor veel overlast zorgen in de vorm van bijvoorbeeld (herstel)kosten en vertragingen. Het voorkomen van dit soort fouten is daarom nuttig. De SE procedure verkleint de kans op dit soort fouten, deze exercitie heeft daarmee mede het nut van de SE procedure aangetoond.

Bijlage 14: SE-CMM score met matrixmethode

De SE aanpak van BAM-O (N50) is in deze bijlage nogmaals bepaald voor het geval de matrixmethode wordt toegevoegd aan het bestaande SE proces.

Bij de beoordeling gaan we ervan uit dat de SE Procedure als standaard proces organisatiebreed wordt ingevoerd. Daarmee krijgt een activiteit die binnen de procedure valt een score van 3. De matrix methode moet als aanvulling gezien worden op de SE procedure van BAM-O N50, op de proces areas waar de matrixmethode niet scoort blijft de score van BAM-O N50 staan, deze score staat tussen haakjes “()”. Ook kan het zijn dat de activiteit niet direct in de matrix methode zit, maar dat de matrixmethode wel als basis kan dienen om de activiteit uit te voeren, in dit geval zal de score JA tussen vierkante haakjes “[]” gezet worden.

Voor de beoordeling is gekeken of de basis activiteiten (BA's) van de Proces Areas (PA's) worden uitgevoerd binnen de matrixmethode (niveau 3). Wanneer voor meer dan de helft van de BA's binnen de matrixmethode vallen, kan niveau 3 worden toegekend.

PA 01: Analyseer Alternatieven (kanshebbende oplossingen)

- | | |
|-----------------------|--|
| BA.01.01
JA | Stel beoordelingscriteria vast gebaseerd op het probleem en de beperkingen
De belangen, functies en randvoorwaarden en eisen worden bij de matrix berekening als beoordelingscriteria gebruikt. |
| BA.01.02
JA | Definieer de algemene aanpak voor de analyses gebaseerd op de vastgestelde beoordelingscriteria
Met de procedure kunnen verschillende alternatieven tegen elkaar afgewogen worden. Dit gebeurt bij het doorrekenen van de matrices. |
| BA.01.03
JA | Stel alternatieven vast voor evaluatie
De stappen om van actoren naar de objecten te komen, belangen, functies en eisen, helpen bij het vaststellen van alternatieve objecten/concepten om te evalueren. |
| BA.01.04
JA | Analyseer de concurrerende alternatieven tegen de vastgestelde beoordelingscriteria
Met behulp van het doorrekenen van de matrices wordt gekeken welk van de alternatieven de voorkeur geniet. |
| BA.01.05
JA | Selecteer de oplossing die voldoet aan de vastgestelde beoordelingscriteria
Door te kijken naar de waardering van de verschillende alternatieven kan de hoogste geselecteerd worden. |
| BA.01.06
JA | Leg de rangschikking van de alternatieven en de beweegreden van de rangschikking vast
De scores zijn vastgelegd en zijn terug te herleiden hoe deze ontstaan zijn, daarmee is de rangschikking en de beweegreden vastgelegd. |

PA 02: Afleiden en toewijzen eisen

- | | |
|----------|--|
| BA.02.01 | Ontwikkel een gedetailleerd operationeel concept van de interactie tussen het systeem, de gebruiker en de omgeving, welke voldoet aan de operationele behoeften. |
|----------|--|

- JA** Bij het afleiden van de belangen die bij de actoren horen, wordt gekeken waar het systeem voor gebruikt wordt.
- BA.02.02 Stel hoofdeisen vast die een sterke invloed hebben op kosten, planning, functionaliteit, risico of prestatie.
- JA** Met de procedure wordt door middel van paarsgewijze vergelijkingen bepaald welke eisen het belangrijkste zijn.
- BA.02.03 Verdeel eisen in groepen gebaseerd op vastgestelde criteria (zoals gelijke functie, prestatie, of koppeling) ter vergemakkelijking en focus van de eisen analyse (requirements analysis).
- JA** De eisenboom zorgt voor een natuurlijke verdeling van de eisen in groepen
- BA.02.04 Leidt van de systeem- en andere (omgeving e.d.) eisen af, de eisen waarvan logisch gesproken kan worden geconcludeerd dat deze essentieel zijn voor de systeemeffectiviteit.
- JA** De omgeving wordt als actor meegenomen en de belangen zorgen dat hier uiteindelijke eisen uit voortkomen.
- BA.02.05 Stel de eisen vast welke zich verenigen met externe raakvlakken van het systeem en raakvlakken tussen functionele delen of objecten.
- BA.02.06 Wijs eisen toe aan functionele onderdelen, objecten, mensen of ondersteunende elementen ter ondersteuning van de synthese van oplossingen.
- JA** In de eisen objecten matrix is te vinden welke objecten de eisen inwilligen.
- BA.02.07 Analyseer eisen om er zeker van te zijn dat ze verifieerbaar zijn voor de beschikbare methodes van de ontwikkelingsprestatie
- JA** De procedure stelt dat de eisen die voortkomen uit de belangen “SMART” moeten zijn.
- BA.02.08 Behoud de traceerbaarheid van eisen, ter garantie dat lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om de doelen van de hogere level eisen te vervullen.
- JA** De eisenboom zorgt voor traceerbaarheid.
- BA.02.09 Leg systeem- en andere eisen, afgeleide eisen, afgeleide grondgedachte, toewijzingen, traceerbaarheid, en eisenstatus vast.
- JA** De gehele procedure zorgt ervoor dat eisen vastgelegd zijn en dat traceerbaar is waarom keuzes gemaakt zijn.

PA 03: Ontwikkel de systeemarchitectuur

- BA.03.01 Leidt eisen af voor de systeemarchitectuur
- JA** Het afleiden van de eisen voor de systeemarchitectuur kan gedaan worden op basis van de stappen van de matrix-methode.
- BA.03.02 Stel de voornaamste ontwerp problemen vast, welke opgelost moeten worden om succesvolle ontwikkeling van het systeem te ondersteunen

- JA** Binnen de procedure worden bijvoorbeeld ook de randvoorwaarden geïnventariseerd, deze kunnen zorgen voor ontwerp problemen die opgelost moeten worden.
- BA.03.03 Genereer alternatieven en beperkingen voor de architectuur en selecteer oplossingen in overeenstemming met de PA 1.
- JA** Met behulp van de matrixmethode worden alternatieven geselecteerd volgens PA 1.
- BA.03.04 (JA) Ontwikkel de raakvlakeisen voor de geselecteerde architectuurcomponenten
In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.
- BA.03.05 Wijs de systeem- en afgeleide eisen toe aan de gekozen architectuur componenten en raakvlakken.
- JA** Met behulp van matrices worden eisen en functies gekoppeld aan de objecten/concepten.
- BA.03.06 Behoud traceerbaarheid van de eisen voor de architectuureisen ter garantie dat de lager level (afgeleide) eisen noodzakelijk en toerijkend zijn om behoefte van de hoger level eisen of het ontwerp te vervullen.
- JA** De boomstructuren en matrices zorgen voor de traceerbaarheid, er is terug te vinden waar de eisen worden vervult.
- BA.03.07 Omschrijf de systeem architectuur door het vastleggen van de ontwerp resultaten en grondgedachten.
- JA** In de verschillende boomstructuren worden de grondgedachten vastgelegd en in de objectenboom wordt het ontwerpresultaat vastgelegd.
- BA.03.08 Stel geschikte afgeleide eisen vast, welke gaan over de effectiviteit en kosten van ontwikkeling, de levenscyclusfasen volgend zoals productie en beheer.
- JA** Dit wordt vast gesteld wanneer gekeken wordt welke activiteiten nodig zijn voor de realisatie van het systeem.

PA 04: Integreer disciplines

- BA.04.01 (JA) Zet de disciplines die essentieel zijn voor de systeem ontwikkeling in een tijdelijk verband.
In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.
- BA.04.02 (JA) Bevorder kruislinks begrip tussen disciplines.
In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.
- BA.04.03 (JA) Stel methodes vast voor interdisciplinaire coördinatie
In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.
- BA.04.04 Benoem en gebruik methodes voor het vaststellen en oplossen van interdisciplinaire vraagstukken, en creëer geïntegreerde oplossingen.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.04.05 Communiceer resultaten van interdisciplinaire activiteiten naar de betreffende groepen.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.04.06 Ontwikkel projectdoelen en garandeer dat al de betreffende groepen en individuen, volledig op de hoogte zijn gesteld.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

PA 05: Integreer systemen

BA.05.01 Ontwikkel gedetailleerde specificaties van de raakvlakken welke de systeemarchitectuur met zich meebrengt.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.02 Coördineer raakvlak specificaties en veranderingen met al de betreffende groepen en individuen.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.03 Verifieer “ontvangstbevestiging” van elk systeem element dat nodig is voor het samenstellen van het systeem in overeenstemming met de fysieke architectuur.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.04 Controleer de geïmplementeerde ontwerp eigenschappen van het ontwikkelde of aangeschafte systeem element tegen de eisen.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.05 Verifieer dat de systeemelement raakvlakken voldoen aan de raakvlak specificatie voorafgaand aan de montage.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.06 Monteer het totaal aan systeemelementen in overeenstemming met de vastgestelde integratie strategie.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

BA.05.07 Controleer of de geïntegreerde systeemraakvlakken in overeenstemming zijn met de vastgesteld integratie strategie.

(JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

- BA.05.08 Ontwikkel een integratiestrategie en ondersteunende documentatie, welke de optimale volgorde van ontvangst, montage en activering van de verschillende componenten, die het systeem vormen, vaststellen.
- (JA) In de matrixmethode is deze activiteit niet opgenomen, daar kan deze activiteit worden uitgevoerd zoals dit is gedaan bij de N50.

PA 06: Begrijp klantbehoeften en verwachtingen

- BA.06.01 Boven water krijgen van klantbehoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.
- JA** Door te kijken in welke mate belangen een rol spelen, wordt de behoefte van de klant in beeld gebracht.
- BA.06.02 Analyseer de klantbehoeften en verwachtingen voor het ontwikkelen van een voorbereidend operationeel concept van het systeem.
- JA** Met het doorrekenen van de matrices worden de klantbehoeften doorgerekend tot concepten.
- BA.06.03 Ontwikkel een uiteenzetting van de systeemeisen.
- JA** De eisen komen voort uit de belangen van de actoren.
- BA.06.04 Verkrijg de goedkeuring van de klant dat de systeemeisen klantbehoeften en verwachtingen bevredigen.
- [JA] De matrixmethode kan hierbij helpen, doordat de resultaten van de matrixberekening teruggekoppeld kunnen worden naar de klant, zodat de klant het resultaat ziet van de belangen waardering en deze eventueel kan bijstellen.
- BA.06.05 Informeer de klant op een reguliere basis over de status en ordening van de behoeften, verwachtingen en mate van effectiviteit.
- [JA] De matrixmethode biedt de mogelijkheid regelmatig terug te koppelen naar de klant.

PA 07: Verifieer en valideer het systeem

- BA.07.01 Stel plannen voor verificatie en validatie vast, welke de algemene eisen, doelen, middelen, voorziening, speciale apparatuur en planning toepasbaar voor de systeem ontwikkeling vaststellen.
- [JA] Uit de matrixmethode volgen eisen waaraan de objecten/concepten moeten voldoen, deze kunnen als basis dienen voor het opstellen van de plannen zoals bij de N50 is gebeurt.
- BA.07.02 Definieer de methodes, processen, reviews, inspecties en testen aan de hand waarvan producten worden geverifieerd tegen opgestelde criteria of eisen die zijn opgesteld in een eerdere fase.
- [JA] Ook hier kunnen die eisen die voortkomen uit de matrixmethode dienen om de plannen op te stellen zoals bij de N50 is gebeurt.
- BA.07.03 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product geverifieerd wordt op basis van de systeem of producteisen.
- [JA] Ook hier kunnen die eisen die voortkomen uit de matrixmethode dienen om de plannen op te stellen zoals bij de N50 is gebeurt.

BA.07.04 Definieer de methodes, processen en evaluatie criteria aan de hand waarvan het systeem of product gevalideerd kan worden op basis van de klantbehoeften en verwachtingen.

[JA] Ook hier kunnen die eisen die voortkomen uit de matrixmethode dienen om de plannen op te stellen zoals bij de N50 is gebeurt.

BA.07.05 Voer de in de verificatie en validatie plannen en processen vastgestelde verificatie en validatie activiteiten uit en leg de resultaten vast.

[JA] Ook hier kunnen die eisen die voortkomen uit de matrixmethode dienen om de plannen op te stellen zoals bij de N50 is gebeurt.

BA.07.06 Vergelijk de verzamelde testen, inspecties of review resultaten met de vastgestelde evaluatie criteria om de mate van succes te bepalen.

[JA] Ook hier kunnen die eisen die voortkomen uit de matrixmethode dienen om de plannen op te stellen zoals bij de N50 is gebeurt.

Bijlage 15: Verslag case studie middenbarrier

De matrixmethode en de daarbij behorende handleiding zijn als test, door drie medewerkers van BAM-O, toegepast op een case. Als case is de keuze van de middenbarrier bij de N50 genomen. De test heeft als doel om zowel de bruikbaarheid van de handleiding als de bruikbaarheid van de matrixmethode te testen. Ook dienen de resultaten van de case als empirische onderbouwing van het onderzoek.

Het onderstaande verslag geeft weer wat tijdens deze case studie heeft plaatsgevonden, hoe er gewerkt is en welke veranderingen zijn opgetreden.

Allereerst is in samenspraak met Peter Staats een keuze gemaakt voor de drie medewerkers. Hiervoor is gekozen voor drie verschillende functies die allen met Systems Engineering betrokken zijn geweest. Hieronder staan de drie medewerkers van BAM-O en hun functie vermeld:

- | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| - Willem Sijbrant: | Hoofd Bedrijfsbureau | Directie N50 |
| - Bart Roest: | Projectleider Ontwerp | Begeleiding Roel bij start N50 |
| - Johan van de Mars: | Projectleider | Betrokken bij start N50 |

Deze drie medewerkers is de handleiding (bijlage 15) over de matrixmethode en de opdracht over de middenbarrier (bijlage 16) verstrekt. Alvorens deze opdracht individueel werd uitgewerkt is een uitleg gegeven over de opdracht en een eerste start gemaakt aan de opdracht. Dit is op maandag 3 september 2007 om 11 uur gebeurd voor Bart Roest en Willem Sijbrant en voor Johan van de Mars de dag erna op dinsdag 4 september om 8 uur.

Maandag 3 september:

Tijdens deze sessie kwamen we snel tot de conclusie dat het de eerste keer lastig is om de juiste belangen te bepalen. Belangen van verschillende decompositie niveaus werden naast elkaar gebruikt en eisen werden als belangen aangewezen. Om dit te voorkomen werd geopperd om een standaardlijst met belangen voor wegenbouwprojecten op te stellen. Tijdens de sessie is samen met W. Sijbrant en B. Roest een eerste voorzet opgesteld voor deze lijst. Na het opstellen van deze lijst zijn ook de functies en de eisen voor deze case vastgesteld. Individueel moest dan nog de paarsgewijze vergelijkingen voor de belangen, eisen en functies worden uitgevoerd. In de handleiding is de standaardlijst met belangen terug te vinden.

Dinsdag 4 september:

Tijdens deze sessie is Johan van de Mars uitleg gegeven over de bevindingen van de sessie van maandag 3 september en is besloten om de matrices op te stellen zodat deze met behulp van paarsgewijze vergelijkingen individueel ingevuld konden worden.

Invulling matrices met behulp van paarsgewijze vergelijkingen:

Met de testpersonen is afgesproken om de invulling van de matrices (bijlage 17) op vrijdag 7 september in te leveren, W. Sijbrant en B. Roest hebben de invulling zelf uitgevoerd en 7 september ingeleverd. Op verzoek van Johan van de Mars heb ik samen met hem op vrijdag 7 september om 17 uur de paarsgewijze vergelijkingen doorgenomen en ingevuld.

Bespreking woensdag 12 september:

Op woensdag 12 september 2007 is met de drie medewerkers het resultaat van hun invullingen besproken en de ervaringen doorgesproken.

De medewerkers is gevraagd om de twee barriers rapportcijfers te geven voordat de resultaten van de matrixberekening bekend werden gemaakt. De gegeven rapportcijfers wijken af van de scores uit de matrixmethode. Waar de rapportcijfers voor alle drie duidelijk de voorkeur laten zien voor de slipvorm barrier, geeft de matrixscore een voorkeur voor de prefab barrier. Kijkend naar de matrixberekening is verondersteld dat de matrixscore afwijkt van de rapportcijfers omdat bij het geven van de cijfers het financiële aspect doorslaggevend is geweest.

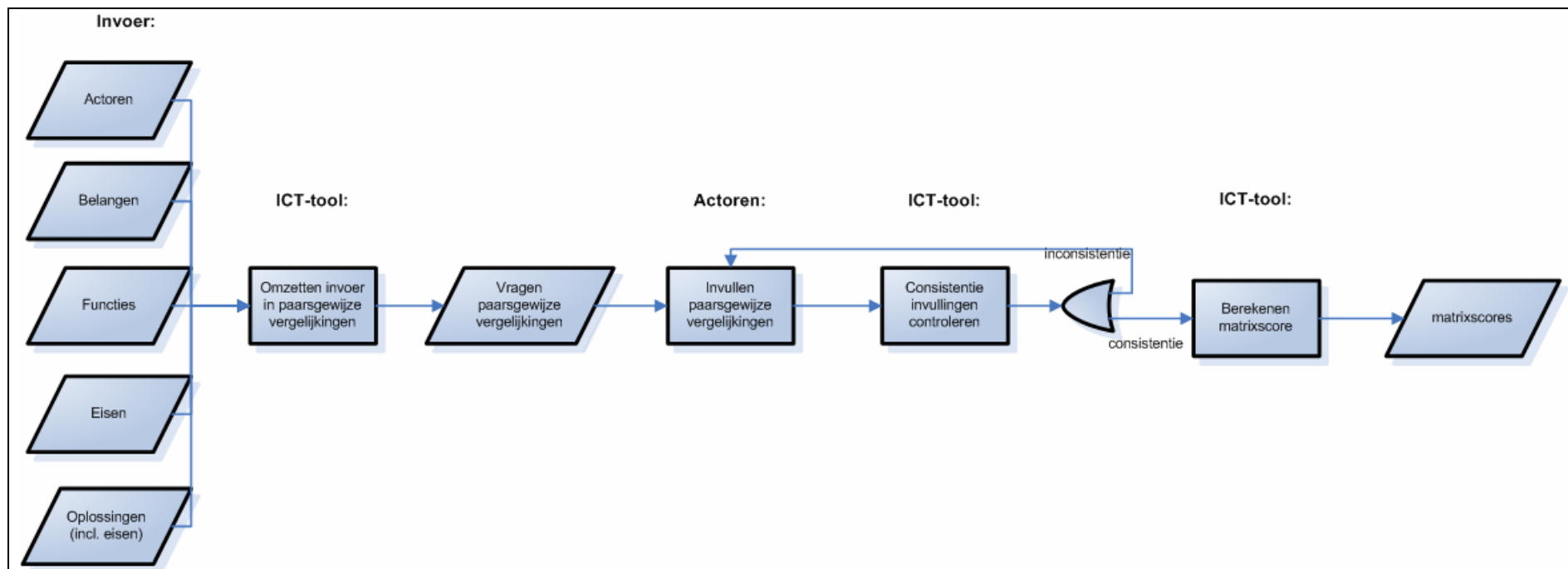
Tijdens de bespreking is aangegeven dat de hoofdreden, van het hoge cijfer voor de slipvorm barrier, het financiële aspect was. Voor Willem Sijbrant speelde op de tweede plaats ook mee dat de slipvorm barrier door een onderdeel van BAM werd uitgevoerd en de producent van de prefab barrier een onderdeel van de concurrent Balast Nedam is.

Het aspect hergebruik was zoals verondersteld inderdaad niet meegewogen, dit omdat de opdrachtgever hier niet om gevraagd had.

Het aspect afsluiting was alleen door Willem Sijbrant meegenomen, wel op een andere manier dan in de matrixmethode, Willem had namelijk het risico dat de prefab niet op tijd geleverd kon worden meegenomen bij zijn beoordeling. In de matrixmethode was voor de afsluitperiode gekeken naar het de realisatie/plaatsingstijd van de barrier.

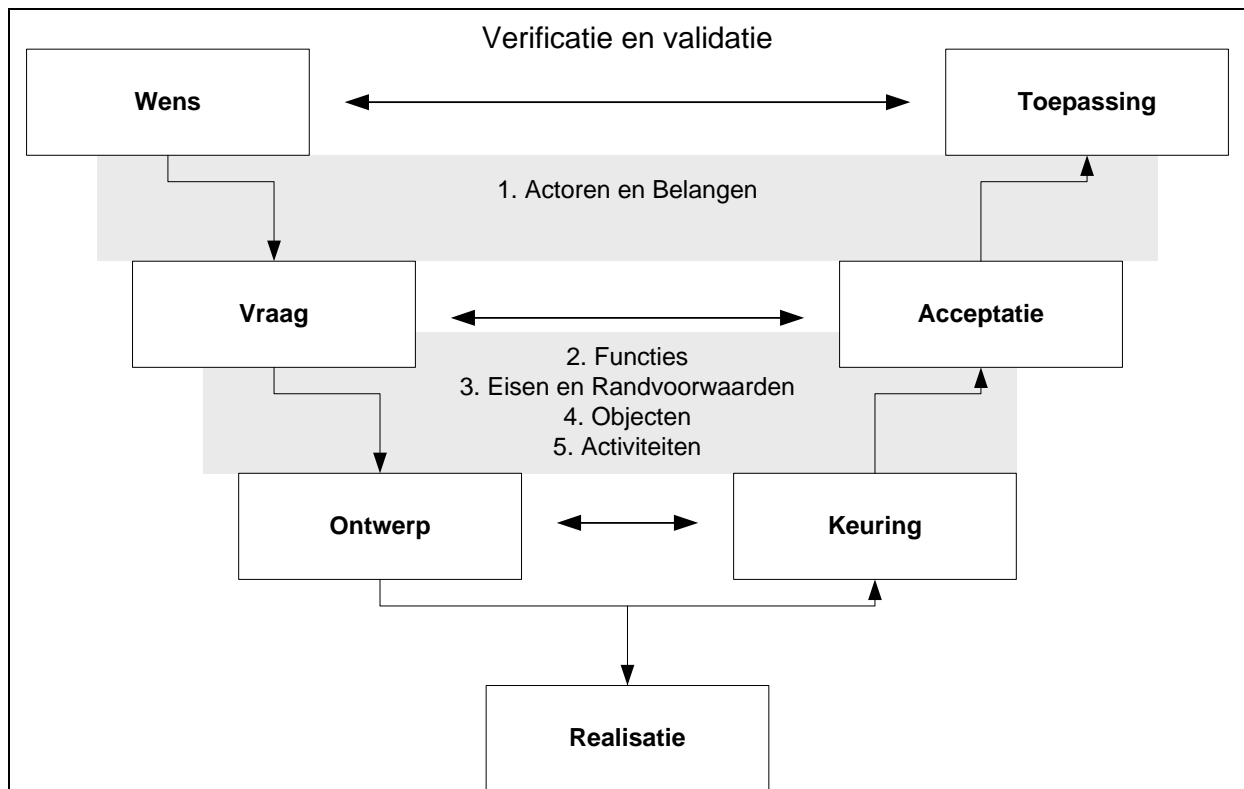
Aanvullende op/aanmerkingen:

- het juist invullen van de eisen/objecten matrix is erg belangrijk. Hierin krijgen de objecten een beoordeling op basis van de eisen. Bij de heren waren twijfels over de juistheid van de score van hergebruik bij de barriers, tegenwoordig levert betonpuin veel op, aangenomen was dat de opbrengsten gelijk zijn aan de kosten van opbreken. De heren waren het wel eens dat prefab barrier meer oplevert dan slipvorm.
- voor opdrachtgevers moet de tool makkelijker begrijpbaar zijn
- om begrijpbaar te maken voor opdrachtgevers een vragenlijst, voor elke paarsgewijze vergelijking een vraag
- de matrixmethode zou misschien tot een makkelijker in te vullen ict-tool omgevormd kunnen worden. De figuur op de volgende pagina laat een schematische weergave zien wat het ICT-tool moet doen.



Bijlage 16: Handleiding matrixmethode

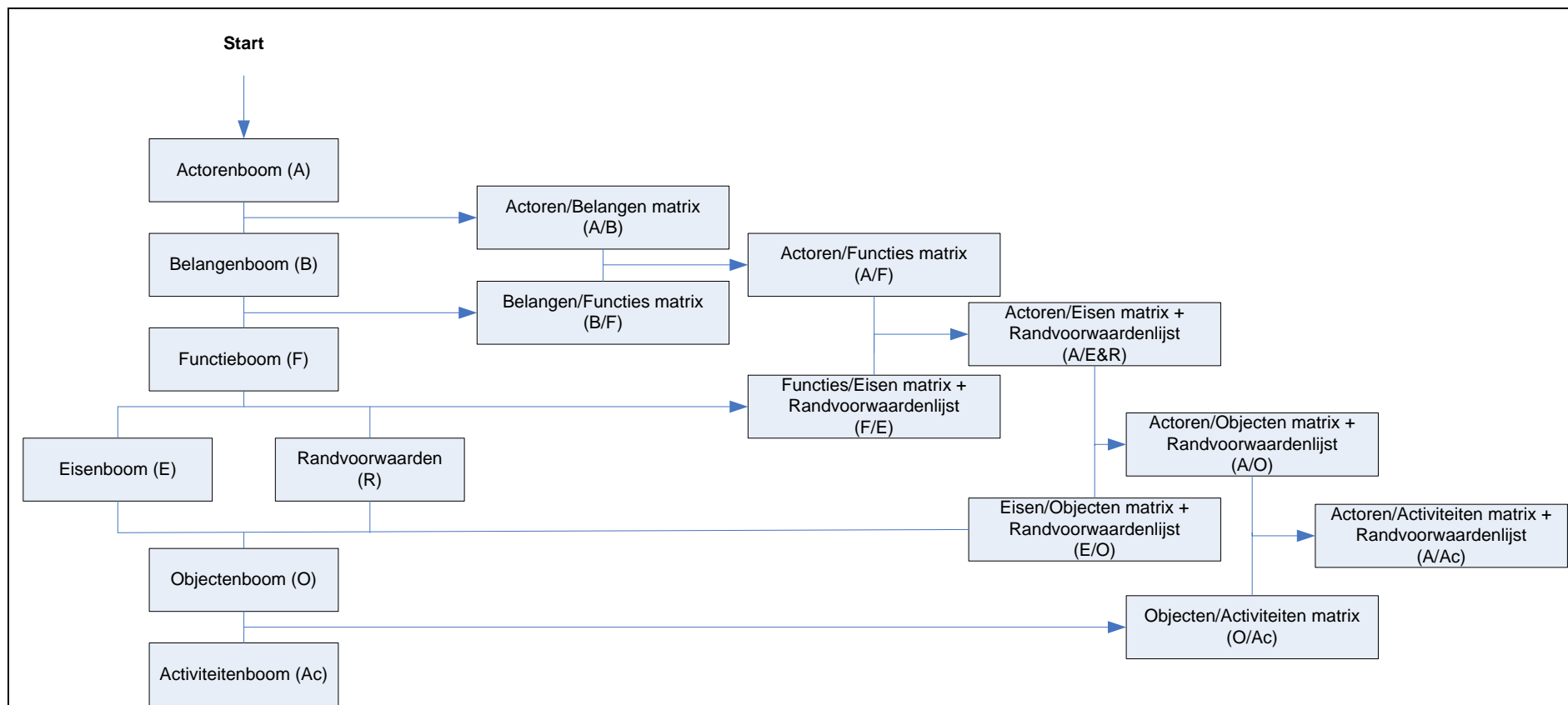
De hieronder beschreven methode is een Systems Engineering aanpak om van “vage” wens tot een “uitgewerkt” ontwerp te komen. De methode is hieronder in stappen beschreven. Het gaat hierbij niet om het ontwerpen zelf, zoals het maken van tekeningen, maar om de techniek om te komen tot een ontwerp dat aansluit op de wensen van de klant. In het V-model omvat dit de ontwerpfase, van wens tot ontwerp. In het onderstaande figuur van het V-model is aangegeven waar in de ontwerpfase deze stappen thuishoren. De Matrixmethode is een toevoeging op het Systems Engineering proces van BAM-O N50.



Figuur: V-model

In het figuur op de volgende pagina is de aaneenschakeling boomstructuren en matrices die gedurende de stappen worden uitgewerkt weergegeven.

De figuur moet gelezen worden van boven naar beneden en van links naar rechts. Van boven naar beneden wordt de volgorde van de boomstructuren achtereenvolgens in tijd aangegeven. Bij de actorenboom (A) wordt gestart en van daaruit wordt stap voor stap gekomen tot de activiteitenboom (Ac). De relatie tussen de bomen kan worden vastgelegd in matrices, van links naar rechts is aangegeven welke matrix volgt uit de boomstructuren. Ook is aangegeven welke matrix wordt verkregen door 2 matrices met elkaar te vermenigvuldigen, door deze doorrekenmethode is uiteindelijk te zien hoe de eerste en de laatste boomstructuur met elkaar in relatie staan. De doorrekenmethode is een hulpmiddel om een beslissing te maken, de uitgerkende matrices laten namelijk de berekende voorkeur van de actoren zien. Zo kan bijvoorbeeld een afweging worden gemaakt tussen verschillende objecten.



Figuur: Ontwepsteeem (boomstructuren en matrices)

1. Actoren en Belangen

De eerste stap in de procedure is het in beeld krijgen van de actoren en belangen.

Actoren:

In deze stap moet eerst een inventarisatie gemaakt worden van de actoren. De (hoofd)actoren zijn bij ieder project in het algemeen de Opdrachtgever, Opdrachtnemer en de Omgeving. De Omgeving is belangrijk omdat deze actor het systeem complementeert, hierdoor worden bijvoorbeeld ook maatschappelijke belangen meegenomen. De omgeving kan gezien worden als de verzameling van overige actoren, bijvoorbeeld de omwonende, de gebruikers, maar ook bijvoorbeeld de rijksoverheid, die ervoor zorgt dat bepaalde regels worden nageleefd.

De actoren kunnen naar wens dieper gedecomposeerd worden. Waarbij rekening moet worden gehouden dat decompositie tot een lager niveau met zich mee brengt dat de matrices minder overzichtelijk worden.

Tip:

Decomposeer de actorenboom een niveau dieper dan het niveau dat in de matrix wordt gebruikt. Dit geeft inzicht in de belangen die spelen bij de actoren. Het decompositie niveau van de boomstructuur hoeft kan dus een stap dieper zijn dan in de matrices gebruikt wordt.

Belangen:

Na de inventarisatie van de actoren moeten de belangen van de actoren worden vastgesteld. Net als bij de actoren zijn er verschillende niveaus aan te brengen bij de belangen.

Om deze stap te vereenvoudigen is een hieronder standaardlijst met belangen voor (wegenbouw)projecten opgenomen. Met deze lijst wordt geen compleetheid nagestreefd, er kunnen dan ook naar eigeninzicht belangen worden toegevoegd of weggelaten. Ook kunnen de belangen verder gedecomposeerd worden. Hierbij is het erg belangrijk om de belangen goed te definiëren, zodat voor iedereen duidelijk is wat onder het belang wordt verstaan. Een niveau dieper decomponeren kan helpen bij het verduidelijken van het belang.

Standaardlijst belangen¹:

- Veiligheid
Hieronder valt zowel de veiligheid tijdens het gebruik als tijdens de uitvoer, veiligheid kan o.a. in deze twee categorieën worden opgedeeld.
- Doorstroming
Het belang dat verkeer door kan rijden tussen A en B, dit is van toepassing tijdens realisatie, maar vooral ook tijdens de gebruiksfase.
- Financieel
Het financiële belang kan voor de opdrachtnemer bijvoorbeeld het belang van winstgevendheid zijn en voor de opdrachtgever het belang om het product tegen een lage prijs te verkrijgen.
- Kwaliteit (milieu)
Dit belang heeft te maken met de kwaliteit van het product, dit kan uitgedrukt worden in bijvoorbeeld levensduur, herbruikbaarheid of milieubelasting.
- Omgeving
Het belang omgeving kan gezien worden als het belang dat het concept of systeem bij de omgeving past (landschappelijke inpassing). Bijvoorbeeld geen hoge objecten in een vlak landschap. Afhankelijk van de partijen die tot de omgeving worden gerekend kan ook gedacht worden aan overlast tijdens realisatie of gebruik en bijvoorbeeld de bereikbaarheid voor hulpdiensten bij calamiteiten.

¹ Lijst is in samenwerking met W. Sijbrant en B. Roest tot stand gekomen

Wanneer de belangen opgesteld zijn, moet voor iedere actor of groep actoren (afhankelijk van het gekozen decompositie niveau) afzonderlijk, het gewicht van de belangen, met behulp van de AHP-methode, bepaald worden. De uitleg van de AHP-methode is terug te vinden als bijlage. Met de AHP-methode wordt bepaald hoe groot de waarde van een belang voor een bepaalde actor is. Met de uitgerekenen gewichten kan de actoren/belangen matrix (A/B) gevuld worden. In het volgende voorbeeld zijn de stappen weergegeven die nodig zijn om de actoren/belangen matrix in te vullen. Het gewicht van de belangen wordt bepaald met behulp van paarsgewijze vergelijkingen. Deze paarsgewijze vergelijkingen dienen consistent ingevuld te worden, binnen de AHP-methode wordt de op consistentie gecontroleerd. Bij het invullen van de paarsgewijze vergelijkingen is het handig om eerst een ranglijst te maken, wat helpt bij het consistent invullen van de paarsgewijze vergelijkingen.

Consistentie:

Een consistent ingevulde matrix is vrij van tegenspraak.

Voorbeeld:

Wanneer men aangeeft dat een banaan iets lekkerder is dan een appel en een appel iets lekkerder dan een peer, kan het niet zo zijn dat bij vergelijking tussen een peer en een banaan, de peer de voorkeur krijgt.

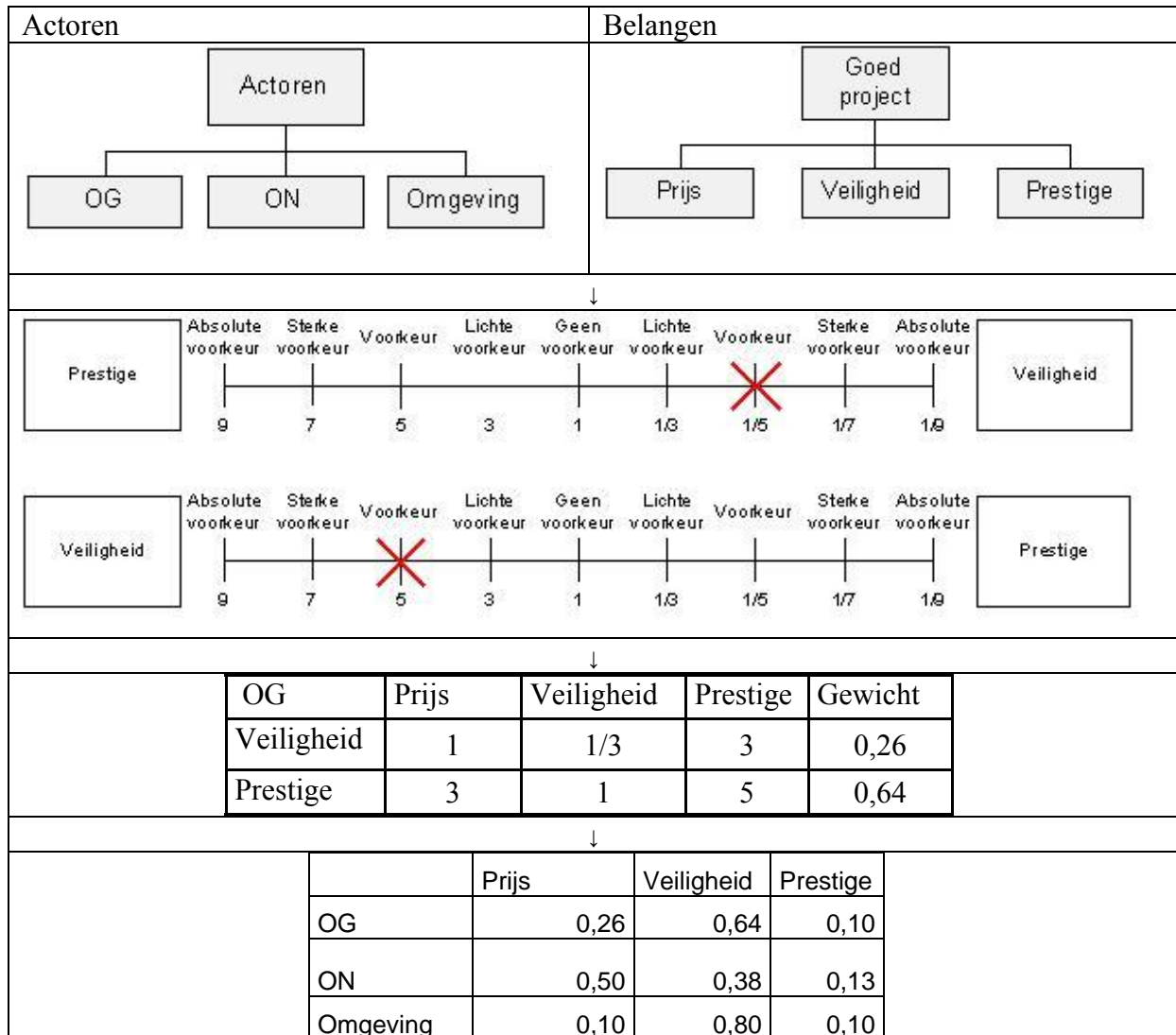
Consistentie heeft ook te maken met de verhoudingen.

Voorbeeld:

Voor zowel de appel als de banaan wordt gezegd dat ze iets lekkerder zijn dan de peer (Saaty: 3). Dan kan het vervolgens niet zo zijn dat bij onderling vergelijk tussen appel en banaan ineens de banaan veel lekkerder is (Saaty: 7). Dus of de appel en de banaan zijn onderling ongeveer gelijk (Saaty: 1) of de banaan moet ten opzichte van de peer een hogere Saaty waarde krijgen.

Voorbeeld:

Het onderstaande figuur geeft de stappen weer om van actoren- en belangenboom tot een matrix te komen waarin per actor de wegingsfactor van de belangen zijn gegeven.



2. Functies

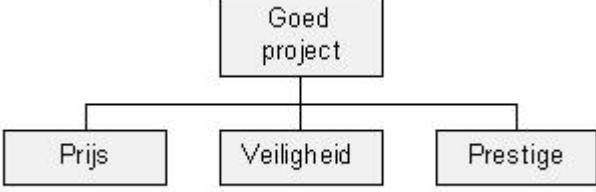
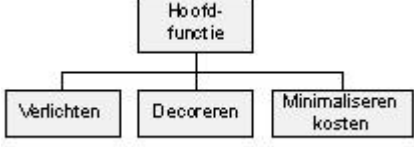
Uit de belangen volgen functies. Iedere functie dient voort te komen uit een belang. Is dit niet het geval, dan is er of een belang vergeten, of de functie is overbodig.

Een functie is een taak die door een object of systeem moet worden uitgevoerd, een functie kan als actief werkwoord beschreven worden, zoals verlichten, verbinden en ondersteunen.

Nadat de functies zijn vastgesteld, moet voor ieder belang afzonderlijk, het gewicht van de functies met behulp de AHP-methode bepaald worden. Hierbij wordt dus aangegeven hoe belangrijk een functie is voor het belang. Hierna kan de belangen/functies matrix (B/F) gevuld worden.

Voorbeeld:

Voor dit voorbeeld zijn de stappen van de paarsgewijze vergelijking en de berekening van de gewichten weggelaten. Dit moet natuurlijk wel gebeuren, maar werkt volgens hetzelfde principe als bij de actoren en belangen, daarom laten we alleen de boomstructuren (begin) en de matrix (eind) zien.

				
↓				
		Verlichten	Decoreren	Minimaliseren kosten
Prijs		0,09	0,09	0,82
Veiligheid		0,82	0,09	0,09
Prestige		0,15	0,79	0,06

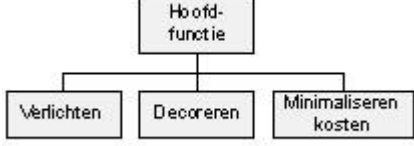

3. Eisen en Randvoorwaarden

Uit de functies volgen de eisen. Eisen zijn criteria waar het eindresultaat aan moet voldoen. Eisen moeten "SMART" zijn, oftewel ze moeten aan de volgende kenmerken voldoen: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdsgebonden. (ProRail & Rijkswaterstaat, 2007). Om volledigheid van de eisen te garanderen moet iedere functie terugkomen in een eis en om overbodige eisen uit te sluiten dient elke eis voort te komen uit een functie. Nadat alle eisen zijn vastgesteld, moet voor iedere functie afzonderlijk, het gewicht van de eisen bepaald worden met behulp van de AHP-methode. Hierna kan de functies/eisen matrix (F/E) ingevuld worden.

Randvoorwaarden zijn beperkingen die worden opgelegd. Randvoorwaarden stellen eisen aan het project die vanuit het project niet kunnen worden beïnvloed.

Een randvoorwaarde kan bijvoorbeeld zijn dat 's nachts niet mag worden gewerkt of de geluidsnorm waaraan voldaan moet worden. De randvoorwaarden moeten niet opgenomen worden in de matrix berekening, wel moet ieder object of concept naast de randvoorwaarden gelegd worden. Bij het niet voldoen aan de randvoorwaarden valt het object of concept af.

Voorbeeld:

		Randvoorwaarden: - maximum horizontale uitbuiging 6%				
↓						
	Laagste kostprijs	Lichtopbrengst	Model	Randvoorwaarden: - maximum horizontale uitbuiging 6%		
Verlichten	0,15	0,70	0,15			
Decoreren	0,20	0,20	0,60			
Minimaliseren Kosten	0,80	0,10	0,10			

4. Objecten

De objecten/concepten moeten aan alle randvoorwaarden voldoen, zo niet dan vallen ze af. Pas als ze voldoen aan de randvoorwaarden kan gekeken worden hoe goed de objecten/concepten aan de eisen voldoen. Het bepalen van de gewichten komt nu meer in de buurt van meten, zo kan ook een afweging gemaakt worden tussen twee of meerder soorten objecten die dezelfde eisen vervullen. Bijvoorbeeld twee verschillende typen lichtmasten, waarbij de ene een lagere kostprijs heeft, maar de ander een langere levensduur heeft en energie zuiniger is. Het gewicht wordt niet volgens de AHP-methode bepaald, maar op basis van de gegevens die over de objecten bekend zijn (bijvoorbeeld via de lichtmast leverancier). Dit kan op de volgende manier:


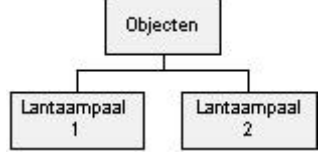
Ten eerste moet per object de waarde, die het object voor iedere eis haalt, bepaald worden. Vervolgens moet de spreiding per eis bepaald/geschat worden. Bijvoorbeeld lantaarnpaal 1 (L1) heeft een kostprijs van €200 per stuk en een lichtopbrengst van 1200 lumen. Voor de kostprijs is gevonden dat de goedkoopste lichtmast 100 euro is en de duurste 600 euro. De score loopt hier van 0 tot 1, dus die van €100 krijgt score 0 en die van €600 score 1, dan krijgt L1 score 0,29 namelijk: $\frac{1}{600 - 100} = \frac{x}{200 - 100} \Rightarrow x = 200 - 100 \times \frac{1}{500} = 0,20$. Met deze score

krijgt de duurste lichtmast de voorkeur, om dit te corrigeren moet de ingevulde score 1- "berekende score" zijn, dus voor L1: $1 - 0,2 = 0,8$

Voor lichtopbrengst: stel de zwakste lamp geeft 100 lumen en de sterkste 3000 lumen dan wordt de waarde voor L1 $1200 - 100 \times \frac{1}{2900} = 0,38$.


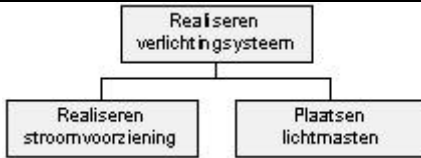
Het kan ook voorkomen dat aan een eis wel (1) of niet (0) voldaan wordt. Bijvoorbeeld een eis voor de minimale hoogte van 2 meter, van een lantaarnpaal van 1 meter kan dan niet worden gezegd dat deze voor de helft voldoet, er moet dan gezegd worden dat deze niet voldoet.

Voorbeeld:

		Randvoorwaarden: - maximum horizontale uitbuiging 6%		
↓				
Voldoen aan randvoorwaarden: - maximum horizontale uitbuiging 6% L1: voldoet aan randvoorwaarden L2: voldoet aan randvoorwaarden				
↓				
Kostprijs L1: € 200,- L2: € 300,- Spreiding: € 100 - € 600		Lichtopbrengst L1: 1200 lumen (lm) L2: 2200 lm Spreiding: 100 lm – 3000 lm		Model L1: Voldoet L2: Voldoet Spreiding: Voldoet niet of Voldoet wel
↓				
L1: 0,80 L2: 0,60		L1: 0,38 L2: 0,72		L1: 1 L2: 1
↓				
		Lantaarn 1	Lantaarn 2	
	Kostprijs	0,80	0,60	
	Lichtopbrengst	0,38	0,72	
	Model	1	1	

5. Activiteiten

Om de objecten te realiseren moeten activiteiten uitgevoerd worden. De activiteiten die nodig zijn voor de realisatie van de objecten moeten vastgesteld worden. Nadat de activiteiten bekend zijn, kan per object afzonderlijk het gewicht bepaald worden van de activiteiten. Deze stap is in het algemeen niet belangrijk voor de keuze van de activiteiten, omdat deze al gemaakt wordt bij de objecten. Voor het maken van de planning is het wel belangrijk om te bedenken welke activiteiten uitgevoerd moeten worden.

				
↓				
		Realiseren stroomvoorziening	Plaatsen lichtmasten	
	lantaarn 1	0,5	0,5	
	lantaarn 2	0,5	0,5	

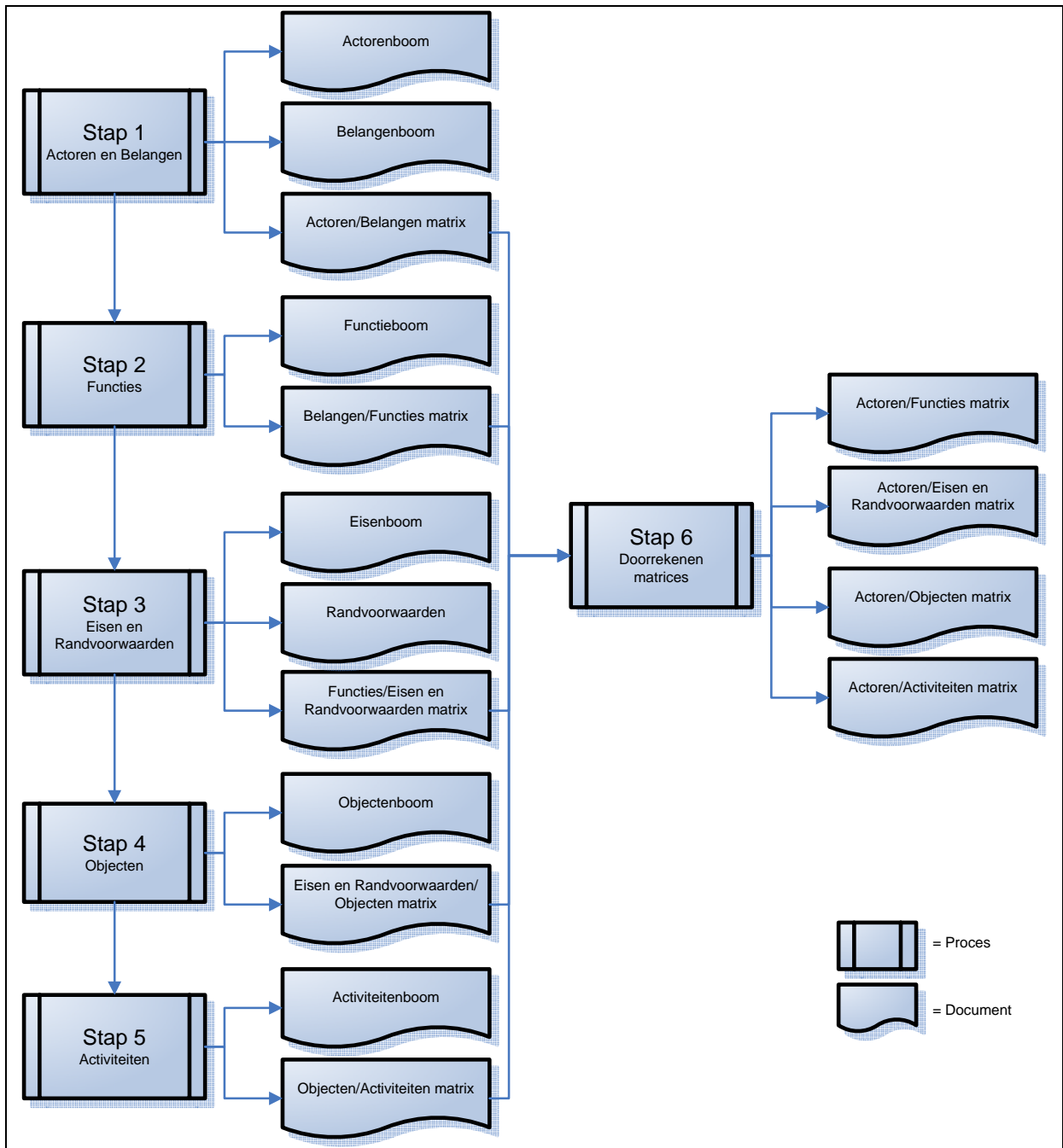
6. Doorrekenen matrices

De matrices die volgen uit de stappen 1 t/m 5 kunnen worden vermenigvuldigd. Deze vermenigvuldiging maakt de relatie inzichtelijk tussen boomstructuren die indirect met elkaar verbonden zijn. Het meest interessant is om de relatie van de actoren met de diverse boomstructuren, zodat bijvoorbeeld kan worden gezien aan welke objecten de actoren de voorkeur geven.

Voorbeeld

	Prijs	Veiligheid	Prestige	×		Verlichten	Decoreren	Minimaliseren en kosten
OG	0,26	0,64	0,10		Prijs	0,09	0,09	0,82
ON	0,50	0,38	0,13		Veiligheid	0,82	0,09	0,09
Omgeving	0,10	0,80	0,10		Prestige	0,15	0,79	0,07
↓								
		Verlichten	Decoreren	Minimaliseren kosten				
	OG	0,56	0,16	0,28				
	ON	0,38	0,18	0,45				
	Omgeving	0,68	0,16	0,16				

In het volgende stroomschema zijn de stappen en de producten die uit deze stappen volgen weergegeven.



Figuur: Stroomschema SE procedure

Bijlage 17: Opdracht Case Studie Middenbarrier N50

De onderstaande opdracht is bij aan de medewerkers van BAM-O uitgereikt. Deze opdracht is na de gesprekken met de testpersonen op 3 en 4 september vervangen door de opdracht in bijlage 17.

Om de handleiding en de SE Procedure uit te testen de middenbarrier van de N50 als case uitgekozen. Met de procedure zal een afweging gemaakt worden tussen twee soorten barrier.

Beschrijving:

De veiligheid is de hoofdreden om de N50 aan te passen. Oorzaak van veel ongevallen op de N50 zijn gevaarlijke inhaalmanoeuvres op de drukke weg. De opdrachtgever (RWS) verlangt dat de N50 wordt aangepakt, zodat het niet meer mogelijk is om op de weghelft van de tegengestelde rijrichting te komen. Hierbij wordt gedacht aan een fysieke scheiding van de rijrichtingen.

Opdracht:

Pas de BAM-O SE Procedure toe op de bovenstaande case. Maak hiervoor gebruik van de handleiding. De procedure zal hier gebruikt worden om te zien of een prefab (haitsma) barrier of een in het werkgestorte slipform barrier de voorkeur geniet. Over beide barriers is documentatie bijgevoegd, ontbrekende informatie moet geschat worden. De boomstructuren en matrices mogen zowel met pen en papier gemaakt worden als op de computer.

Het uitrekenen van de wegingsfactoren kan veel tijd vergen, probeer in ieder geval voor 1 matrix de gewichten uit te rekenen met behulp van de AHP-methode uit de bijlage. Voor de overige matrices is het invullen van de matrix door middel van de paarsgewijze vergelijkingen voldoende. Dan kunnen de gewichtsfactoren achteraf door mijzelf berekend worden.

Probeer de actoren en belangen en eisen zo goed mogelijk te bepalen/in te schatten en kom met behulp van de procedure tot een keuze voor één van beide concepten.

De opdracht is o.a. bedoeld om de handleiding te testen, maak daarom aantekeningen bij onduidelijkheden of fouten in de handleiding, zodat deze bij de aanpassing meegenomen kunnen worden.

Bij tussentijds vastlopen door onduidelijkheden in de opdracht of handleiding, graag tussentijds contact opnemen.

Uitwerkingen graag vrijdag 7 september of eerder bij mij inleveren.

Met vriendelijke groet,

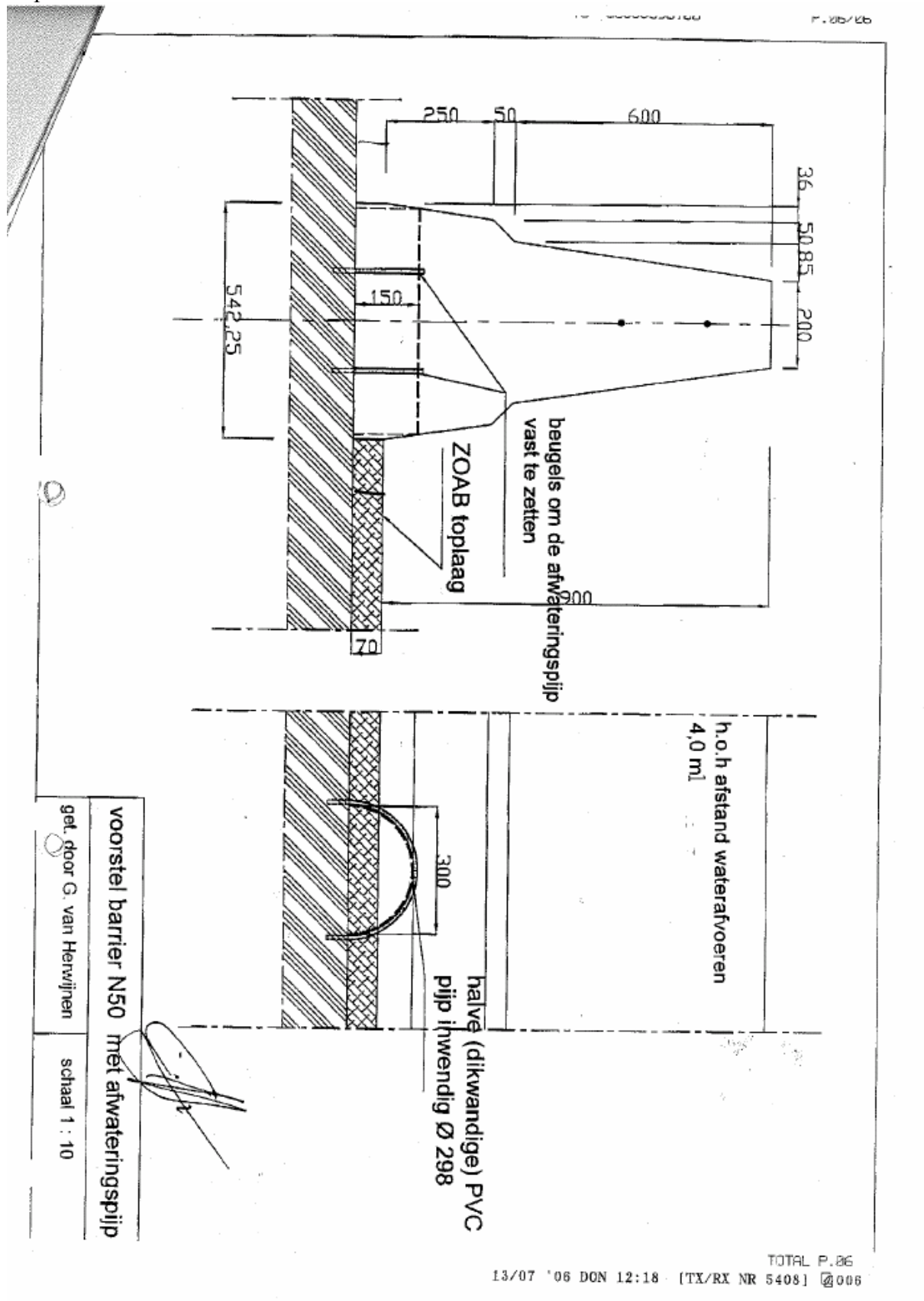
Boj Dimmendaal

b.dimmendaal@bamwegen.nl

06-28574728

Specificatie	Slipform barrier	Prefab (Haitsma BA01) barrier
Prijs per meter	€ 70	€ 140
Higher containment level	H2	H2
Plaatsing	In het werk storten	Op het asfalt, montage direct vanaf de wagen
Betonkwaliteit	C28/35	Minimaal B55
Garantie		10 jaar
Waterafvoer	Zie bijlage	Sparing 70x300 mm (2 stuks per 6 m)

Slipform barrier



Haitsma barrier BA01

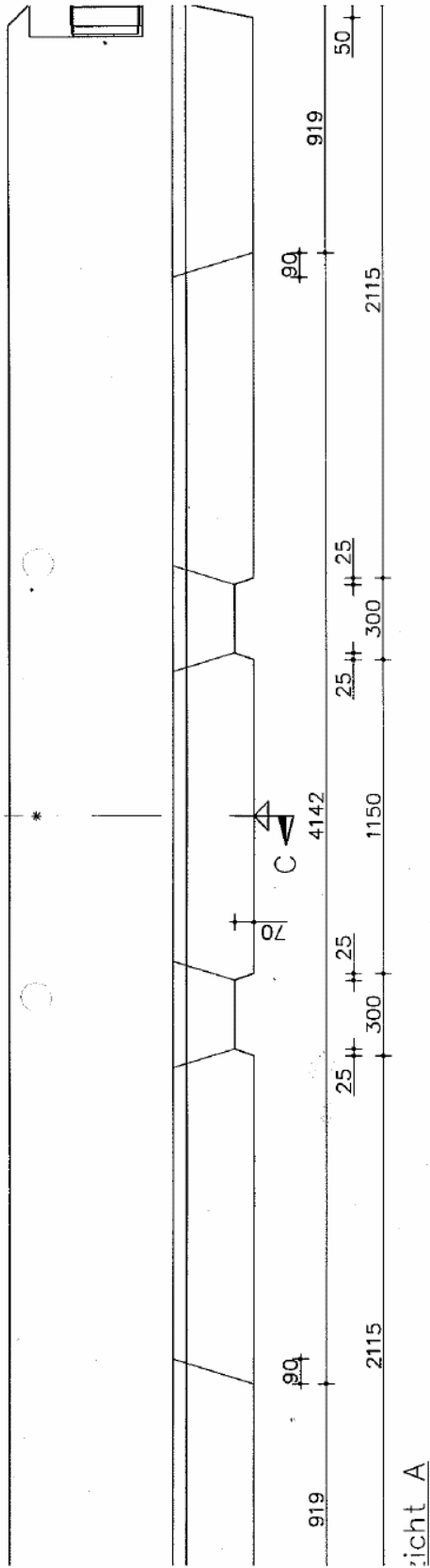
Ontwerppunten Haitsma Step Barrier

- Doorsnede is de Step-vorm zoals door Rijkswaterstaat voorgeschreven voor toepassing in permanente situaties.
- Het gekozen ontwerp dient zowel in permanente als in tijdelijke situaties te voldoen.
- Het ontwerp moet full-scale worden getest volgens de geldende normen op het gebied van barriers te weten PrEn 1317-1 & 2.
- Het ontwerp gaat uit van een onverankerde prefab betonnen barrier.
- De standaard barriers kunnen niet in een boogstraal kleiner dan ca. 250 m¹ worden geplaatst; indien dit het geval is dienen kortere elementen te worden toegepast.
- T.b.v. de montage dient de ondergrond volkomen vlak en strak te zijn afgewerkt. Bij voorkeur asfalt.
- In de barrier zitten 2 stuks heftrucksporing afm. 70 x 300 mm¹ die tevens noodzakelijk zijn om ervoor te zorgen dat de waterafvoer door deze sporing kan worden afgewikkeld.

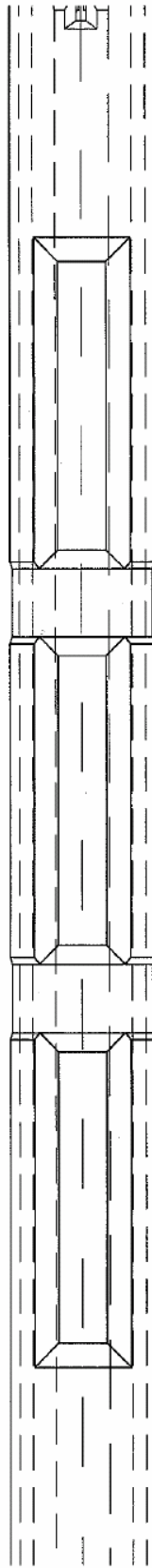
Het Basisontwerp – Technische informatie

	type BAO1	type BBO1	type BM01
Lengte:	6000 mm.	4000 mm.	6000 mm
Doorsnede:	542/200x900 mm.	750/400x900mm.	542/280x600 mm
Gewicht:	650 kg/m ¹	925 kg/m ¹	650 kg/m ¹
Oplegdruk:	0,03 N/mm2	0,05 N/mm2	0,01 N/mm2
Koppelplaat:	Hoogwaardig staal; thermisch verzinkt		

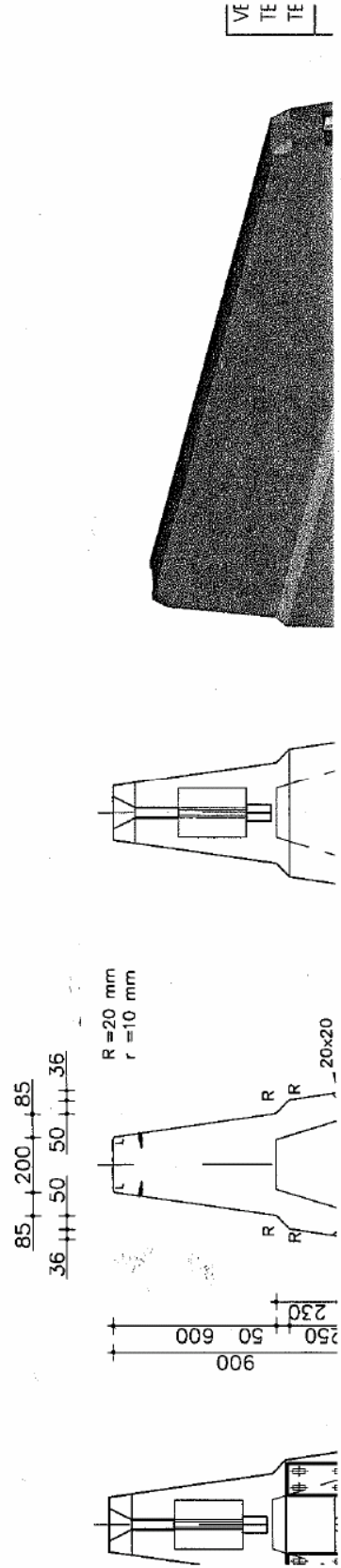
Haitsma barrier BA01



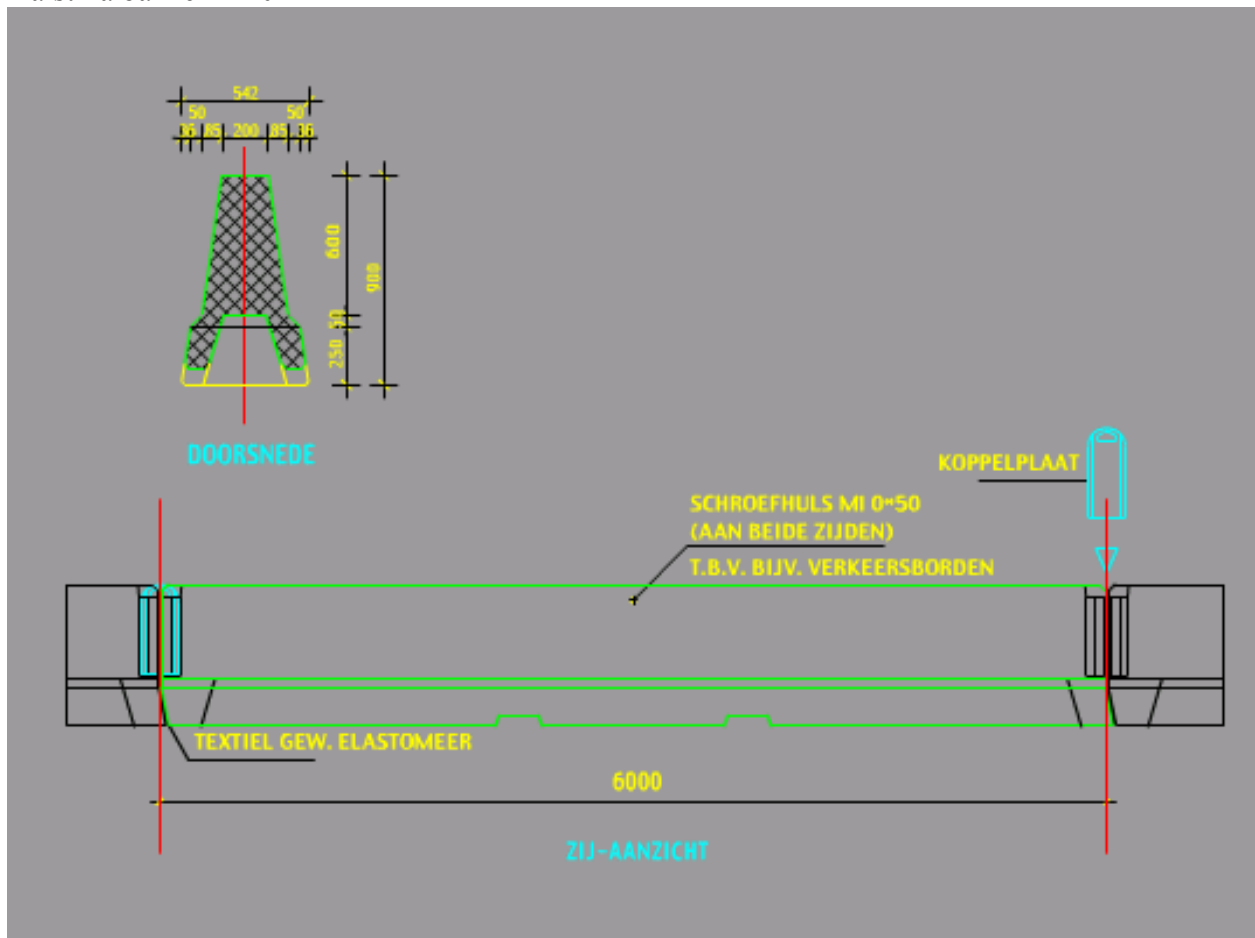
zicht A



erkzijde



Haistma barrier BA01



Bijlage 18: Gewijzigde opdracht case studie middenbarrier N50

Na de toelichting van 3 en 4 september op de oorspronkelijke opdracht (bijlage 16), is de case studie opdracht middenbarrier N50 gewijzigd. Er is met de medewerkers afgesproken de verschillende paarsgewijze matrices individueel in te vullen. Zij kregen de onderstaande matrices aangeleverd en moesten deze met behulp van de Saaty schaal invullen. Vervolgens zouden voor de ingevulde matrices de weegfactoren worden uitgerekend en worden gecontroleerd op consistentie. De objecten eisen matrix is op basis van de gegevens van de 2 soorten barrier bepaald en dus voor alle drie gelijk.

De paarsgewijze invulmatrices:

Actoren en Belangen:

	Veiligheid	Doorstroming	Financieel	Kwaliteit	Omgeving
Opdrachtnemer					
Veiligheid	1				
Doorstroming		1			
Financieel			1		
Kwaliteit				1	
Omgeving					1

	Veiligheid	Doorstroming	Financieel	Kwaliteit	Omgeving
Opdrachtgever					
Veiligheid	1				
Doorstroming		1			
Financieel			1		
Kwaliteit				1	
Omgeving					1

	Veiligheid	Doorstroming	Financieel	Kwaliteit	Omgeving
Omgeving					
Veiligheid	1				
Doorstroming		1			
Financieel			1		
Kwaliteit				1	
Omgeving					1

Belangen en functies:

	(<)Dodelijke ongevallen	Korte afsluiting	Meest econ. Aanbieding	Duurzaamheid	Inpassing landschap
Veiligheid					
(<)Dodelijke ongevallen	1				
Korte afsluiting		1			
Meest econ. Aanbieding			1		
Duurzaamheid				1	
Inpassing landschap					1

	(<)Dodelijke ongevallen	Korte afsluiting	Meest econ. Aanbieding	Duurzaamheid	Inpassing landschap
Doorstroming					
(<)Dodelijke ongevallen	1				
Korte afsluiting		1			
Meest econ. Aanbieding			1		
Duurzaamheid				1	
Inpassing landschap					1

	(<)Dodelijke ongevallen	Korte afsluiting	Meest econ. Aanbieding	Duurzaamheid	Inpassing landschap
Financieel					
(<)Dodelijke ongevallen	1				
Korte afsluiting		1			
Meest econ. Aanbieding			1		
Duurzaamheid				1	
Inpassing landschap					1

	(<)Dodelijke ongevallen	Korte afsluiting	Meest econ. Aanbieding	Duurzaamheid	Inpassing landschap
Kwaliteit (Milieu)					
(<)Dodelijke ongevallen	1				
Korte afsluiting		1			
Meest econ. Aanbieding			1		
Duurzaamheid				1	
Inpassing landschap					1

	(<)Dodelijke ongevallen	Korte afsluiting	Meest econ. Aanbieding	Duurzaamheid	Inpassing landschap
Omgeving					
(<)Dodelijke ongevallen	1				
Korte afsluiting		1			
Meest econ. Aanbieding			1		
Duurzaamheid				1	
Inpassing landschap					1

Funcities en Eisen:

	personenauto kerend	3 maanden afsluiting max.	budget <15 miljoen	hergebruik	levensduur	voldoen aan beeldkwaliteitsplan
(<)Dodelijke ongevallen						
personenauto kerend	1					
3 maanden afsluiting max.		1				
budget <15 miljoen			1			
hergebruik				1		
levensduur					1	
voldoen aan beeldkwaliteitsplan						1

	personenauto kerend	3 maanden afsluiting max.	budget <15 miljoen	hergebruik	levensduur	voldoen aan beeldkwaliteitsplan
korte afsluiting						
personenauto kerend	1					
3 maanden afsluiting max.		1				
budget <15 miljoen			1			
hergebruik				1		
levensduur					1	
voldoen aan beeldkwaliteitsplan						1

	personenauto kerend	3 maanden afsluiting max.	budget <15 miljoen	hergebruik	levensduur	voldoen aan beeldkwaliteitsplan
meest econ. Aanbieding						
personenauto kerend	1					
3 maanden afsluiting max.		1				
budget <15 miljoen			1			
hergebruik				1		
levensduur					1	
voldoen aan beeldkwaliteitsplan						1

	personenauto kerend	3 maanden afsluiting max.	budget <15 miljoen	hergebruik	levensduur	voldoen aan beeldkwaliteitsplan
Duurzaamheid						
personenauto kerend	1					
3 maanden afsluiting max.		1				
budget <15 miljoen			1			
hergebruik				1		
levensduur					1	
voldoen aan beeldkwaliteitsplan						1

	personenauto kerend	3 maanden afsluiting max.	budget <15 miljoen	hergebruik	levensduur	voldoen aan beeldkwaliteitsplan
Inpassing landschap						
personenauto kerend	1					
3 maanden afsluiting max.		1				
budget <15 miljoen			1			
hergebruik				1		
levensduur					1	
voldoen aan beeldkwaliteitsplan						1

Eisen en Objecten:

Zoals in de handleiding staat beschreven gebeurt het bepalen van de waarden van de eisen/objecten matrix niet met behulp van paarsgewijze vergelijkingen. Hieronder is per eis weergegeven hoe de waarde bepaald/berekend is. Er is gekozen voor deze case gekozen voor 2 typen barriers, de slipvorm barrier en de prefab barrier. Als referentie voor deze typen barriers is voor de slipvorm de door BAM-O bij de N50 gemaakte barrier gekozen en voor de prefab is de haitsma barrier (BA01) gekozen.

Personenauto kerend:

Het kerendvermogen van een barrier moet voldoen aan het "Higher Containment Level" H2, beide barriers voldoen hieraan en krijgen zodoende een score 1.

Afsluiting:

Voor de afsluitingseis is gekeken naar de realisatietijd, de tijd dat nodig is om de barrier te plaatsen of te leggen. Voor de slipvorm barrier geldt een snelheid van ongeveer 35 meter per uur. Voor de prefab barrier is een schatting gemaakt van de 5 min per element, een element is 6 meter, dus dit komt neer op ongeveer 72 meter per uur.

De score voor beide barriers is bepaald door de snelheid te delen door de som van beide, voor

de slipvorm is dit $\frac{35}{35+72} = 0,33$ en voor de prefab $\frac{72}{35+72} = 0,67$

Budget:

Van de slipvorm barrier is berekend dat deze ongeveer €70 per meter kost en de prefab barrier ongeveer €140 per meter. Er is een schatting gemaakt voor de spreiding van dit soort barriers, hierbij is €50 per meter als goedkoopst genomen en €200 per meter als duurst. We kunnen

dan de score berekenen met de volgende formule: $score = 1 - \frac{prijs - 50}{200 - 50}$ het is 1 min het

berekende getal omdat een goedkopere barrier hoger moet scoren aangezien een lage prijs de voorkeur heeft.

Score slipvorm barrier krijgt score 0,87 en de prefab 0,40.

Hergebruik:

Voor hergebruik is gekeken naar de waarde van de barrier wanneer deze verwijderd moet worden, hierbij is niet alleen gekeken naar de opbrengsten, maar ook naar de verwijderingskosten.

De prefab barrier is eenvoudig te demonteren en te herplaatsen, de prijs barrier behoudt zijn functie en kan als zodanig ergens anders worden geplaatst.

De slipvorm barrier is alleen destructief verwijderbaar, de opbrengsten van het betonpuin zullen ongeveer gelijk zijn aan de kosten van de sloop.

De prefab krijgt daarom de hoogste score 1 en de slipvorm de laatste score 0.

Levensduur:

De levensduur van beide barriers wordt ongeveer gelijk geschat, op ongeveer 80 jaar. Beiden krijgen hiervoor score 1.

Voldoen aan beeldkwaliteitsplan

Aangezien beide barriers gelijke vorm en afmetingen hebben en er ongeveer gelijk uitzien scoren ze op dit punt gelijk. Daarom beide een score 1.

We krijgen nu dus de volgende eisen/objecten matrix:

	Slipvorm	Prefab
personenauto kerend	1	1
3 maanden afsluiting max.	0,33	0,67
budget <15 miljoen	0,87	0,40
hergebruik	0	1
levensduur	1	1
voldoen aan beeldkwaliteitsplan	1	1

Bijlage 19: Resultaten Case studie middenbarrier N50

De matrixberekeningen heeft de volgende resultaten opgeleverd vanuit het oogpunt van de opdrachtnemer:

Naam:	Score ON Slipvorm barrier	Score ON Prefab barrier
B. Dimmendaal	0,67	0,82
W. Sijbrant	0,70	0,84
B. Roest	0,74	0,88
J. van de Mars	0,80	0,83
Gemiddelde (m)	0,73	0,84
Standaardafwijking (s)	0,06	0,03

Tabel: Resultaten matrixmethode

De medewerkers van BAM-O is ook gevraagd een rapport cijfer te geven voor de 2 typen barriers:

Onderstaande cijfers kwamen hieruit voort:

Naam	Cijfer ON Slipvorm barrier	Cijfer ON Prefab barrier
W. Sijbrant	8	5
B. Roest	7	6
J. van de Mars	8	6
Gemiddelde	7,7	5,7
Standaardafwijking	0,58	0,58

Deze gegeven cijfers komen niet overeen met de berekende scores. Het verschil met de gegeven cijfers en de berekende scores lijkt erin te zitten dat bij het geven van de cijfers geen rekening is gehouden met de herbruikbaarheid van de barrier en ook niet met de kortere afsluittijd.

Als we beide concepten op deze punten even goed laten scoren beide score 1 krijgen we de volgende resultaten.

Naam:	Score ON Slipvorm barrier	Score ON Prefab barrier
B. Dimmendaal	0,96	0,86
W. Sijbrant	0,98	0,91
B. Roest	0,99	0,92
J. van de Mars	0,97	0,87
Gemiddelde (m)	0,98	0,89
Standaardafwijking (s)	0,01	0,03

Te zien is dat door het niet mee laten wegen van de eisen hergebruik en afsluiting, de waardering van beide concepten verandert en de voorkeur omslaat van Prefab naar Slipvorm barrier.

Het gebruik van de matrixmethode lijkt tot een betere oplossing te leiden.

Op verzoek is de score van de slipvorm barrier en de prefab barrier aangepast naar een score van respectievelijk 0,3 en 0,9 in plaats van 0 en 1. De resultaten bij deze score voor beide barriers zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

Naam:	Score ON Slipvorm barrier	Score ON Prefab barrier
B. Dimmendaal	0,73	0,80
W. Sijbrant	0,75	0,83
B. Roest	0,79	0,87
J. van de Mars	0,82	0,82
Gemiddelde (m)	0,77	0,83
Standaardafwijking (s)	0,04	0,03

Bijlage 20: Vragen en antwoorden naar aanleiding van de resultaten van de case studie middenbarrier N50

Naar aanleiding van de resultaten van de case studie middenbarrier werden enkele veronderstellingen gedaan. Om de juistheid van deze veronderstellingen vast te stellen werden de testpersonen, voor bekendmaking van de resultaten van de case studie, de onderstaande vragen gesteld. De antwoorden op deze vragen zijn ook in deze bijlage opgenomen.

Vragen:

1. Welke van de onderstaande eisen hebben jullie in gedachte meelaten wegen bij het geven van het cijfer. (hoe zwaar? welke volgorde)
 - Personenauto kerend
 - Korte afsluiting
 - Meest economische aanbidding (Financieel)
 - Duurzaamheid
 - Inpassing in het landschap
2. Het financieel belang lijkt doorslaggevend te zijn geweest voor de keuze van de barrier, klopt dit?
3. Uit de berekende score lijkt het of bij het geven van het cijfer geen rekening is gehouden met het mogelijk hergebruik van de barrier, klopt dit volgens jullie?
4. Ook lijkt het of er met de maximale afsluittijd geen rekening is gehouden, klopt dit?
5. Is de invoer voor de matrixberekening niet goed geweest, of is bij het geven van het cijfer een verkeerde afweging gebruikt?

Aandachtspunten:

De volgende aandachtspunten voor de handleiding heb ik uit de voorgaande gesprekken opgesteld. Kloppen deze en zijn er nog aanvullende?:

Voor de belangen een standaardlijst voor de wegenbouw:

- Veiligheid
- Doorstroming
- Financieel
- Kwaliteit
- Omgeving

Matrices invullen door eerst een ranglijst te maken, wat helpt bij het consistent invullen van de matrices.

Consistentie verduidelijken in de handleiding zodat hier beter rekening mee kan worden gehouden.

Antwoorden:

1. Rangschikking

	W. Sijbrant	B. Roest	J. van de Mars
Personenauto kerend	-	-	-
Korte afsluiting	2	-	-
Meest economische aanbidding (Financieel)	1	1	1
Duurzaamheid	-	-	-
Inpassing in het landschap	-	-	-

2. Bij Johan en Bart staat het financiële aspect inderdaad op nummer 1 bij de beoordeling (cijfer). Bij Willem ook, alleen zit het dan niet alleen in de kosten van 70 euro/meter voor de slipvorm t.o.v. 140 euro/meter voor de prefab, maar ook het feit dat de slipvorm gemaakt wordt door een BAM onderneming en de prefab door haitsma een onderdeel van Ballast Nedam, zodat de bij de slipvorm omzet binnen de BAM behouden blijft.

3. Nee, hergebruik was geen issue voor de opdrachtgever of opdrachtnemer bij dit project.

4. Voor Johan en Bart was bij het geven van het cijfer de afsluiting inderdaad niet meegenomen, voor Willem wel. De prefab scoorde voor Willem op dit punt lager dan de slipvorm, omdat de levertijd niet gehaald zou kunnen worden, in ieder geval was het risico aanwezig dat dit niet gehaald zou worden.

5. De heren hebben aangegeven hoe zij de belangen hebben geïnterpreteerd tijdens het invullen van de matrices.

Willem Sijbrant:

Veiligheid:

Vooraf het vermindering van het aantal verkeersongevallen tijdens gebruiksfase N50

Doorstroming:

Doorstroming van het verkeer zowel tijdens uitvoering als tijdens gebruiksfase.

Financieel:

Winstgevendheid van het product en de lage prijs van het product.

Kwaliteit:

Lange levensduur, hoge opbrengsten van hergebruik en milieu vriendelijkheid van het product.

Omgeving:

Inpassing in het landschap.

Johan van de Mars:

Veiligheid:

Voor opdrachtnemer vooral ongevallen (medewerkers) tijdens de uitvoering en voor de opdrachtgever vooral de ongevallen tijdens het gebruik.

Doorstroming:

Voor opdrachtnemer vooral doorstroming tijdens uitvoering, geen files, goede omleidingen en korte afsluiting.

Financieel:

Winstgevendheid product, prijs/kwaliteit verhouding, goede prijs voor een betrouwbare onderaannemer.

Kwaliteit:

Vooraf lange levensduur en de milieuvriendelijkheid van het product, in minder mate het hergebruik van de barrier.

Omgeving:

Inpassing in het landschap, maar ook goed omleidingroutes tijdens de uitvoering.

Bart Roest:

Veiligheid:

Voor opdrachtnemer naar zowel veiligheid tijdens de uitvoering als tijdens de gebruiksfase.

Voor opdrachtgever alleen naar de veiligheid tijdens gebruiksfase.

Doorstroming:

Zowel naar de doorstroming tijdens de uitvoering als tijdens het gebruik voor opdrachtgever en opdrachtnemer.

Financieel:

Naar de (lage) prijs van het product, voor in relatie tot de kwaliteit.

Kwaliteit:

Naar de hoogte sterkte en maatvastheid van het product, niet naar lange levensduur, opbrengst hergebruik of milieuvriendelijkheid.

Omgeving:

Inpassing in het landschap voor opdrachtgever, voor opdrachtnemer andere zaken zoals hoogte ligging weg.

Uit de antwoorden van vraag 5 is te zien dat de heren de belangen op verschillende manier gedefinieerd hebben en dat er ook verschil is geweest bij het kijken naar de belangen vanuit oogpunt van de verschillende actoren.

Bijvoorbeeld dat Johan aangeeft anders naar veiligheid te kijken voor de ON dan Willem. Dit is ook terug te zien in de zijn actoren/belangen matrix. In vergelijking met Willem krijgt het belang veiligheid bij Johan een veel hogere waardering van de opdrachtnemer.

Dit soort zaken kunnen voorkomen worden door goed vast te leggen wat onder de belangen verstaan wordt. Dit moet voor iedereen duidelijk zijn zodat de matrices niet verschillend worden ingevuld omdat de termen niet eenduidig uitgelegd worden. Verder kan het verschil tussen bijvoorbeeld veiligheid tijdens uitvoering en tijdens gebruik worden aangepakt door de belangen verder te decomponeren, bijvoorbeeld door het belang veiligheid op te delen in twee subbelangen: veiligheid tijdens uitvoer en veiligheid tijdens gebruik.

Bijlage 21: Respondentenlijst

Voor het onderzoek zijn een aantal respondenten gebruikt om nieuwe informatie te krijgen en ter bevestiging van gedocumenteerde informatie. Ter controle en bevestiging van de SE-CMM beoordeling van het SE proces van Rijkswaterstaat en Pro Rail is bij beide partijen een interview gehouden (bijlage 5 en 6). Intern zijn binnen BAM-O met medewerkers interviews en gesprekken gehouden voor het in beeld krijgen van de processen bij BAM-O (N50). Ook hebben een aantal medewerkers meegewerkt aan een case om de matrixmethode toe te passen en de toepasbaarheid te testen (bijlage 15 t/m 20). Onderstaand is per organisatie aangegeven welke medewerkers een bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek.

Rijkswaterstaat:

Jan de Liefde - Senior Adviseur Systems Engineering

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Rijkswaterstaat

Pro Rail:

Paul Brouwer - Adviseur contractzaken



BAM Wegen Oost

Ab de Jong - Projectleider N50

Roel Atema - Hoofdprojectbureau N50

Willem Sijbrant - Directie N50

Bart Roest - Projectleider ontwerp
(betrokken bij start N50)

Johan van der Mast - Projectleider
(betrokken bij start N50)



infra

BAM Wegen Regio Oost