

# Verkenning Expliciet Werken en Systems Engineering

Auteur:  
Datum  
Documentnummer:  
Status

R. Bosch/F. Dormans  
11 april 2003  
BSRAP-R-03012  
**Definitief**

|               |                                      | Datum | Handtekening |
|---------------|--------------------------------------|-------|--------------|
| geautoriseerd | Projectleider BWD, BSI<br>F. Dormans |       |              |
| geaccepteerd  | Bevoegd gezag BWD, BSI<br>F. van Dam |       |              |
| geaccepteerd  | Principaal DZH<br>G. Hagemann,       |       |              |

---

## Samenvatting

---

In het kader van innovatieve aanbestedingen zijn door het Projectbureau A4 binnen Rijkswaterstaat geen goede voorbeelden van Programma's van Eisen gevonden voor het project "Verbreding A4 Burgerveen - Leiden". Tijdens deze zoektocht is men in aanraking gekomen met een methode voor het opstellen van een Programma van Eisen. Deze methode is onderdeel van de werkwijze Expliciet Werken en Systems Engineering.

Op grond van deze eerste kennismaking zijn het Projectbureau A4 en de Directie Zuid-Holland van mening dat Expliciet Werken en Systems Engineering geschikte hulpmiddelen zijn voor het opstellen van een Programma van Eisen en daarnaast een bijdrage kunnen leveren aan het oplossen van andere problemen binnen de huidige werkomgeving. Door het veranderde Rijkswaterstaatbeleid en de ontwikkelingen binnen de civiele techniek staan de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering ook in de belangstelling van de Bouwdienst.

Voor het Projectbureau A4 en de Directie Zuid-Holland is het nog onduidelijk wat de consequenties zijn van Expliciet Werken en Systems Engineering voor de werkwijze van de mensen. Op verzoek van het Projectbureau A4 is door de Bouwdienst een verkennende studie uitgevoerd naar de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering. Het Projectbureau A4 en de Directie Zuid-Holland overwegen om op basis van de uitkomsten van deze verkennende studie in te voeren binnen de organisatie.

Aan de hand van een literatuuronderzoek en interviews met medewerkers van Projectbureau A4, Directie Zuid-Holland, Bouwdienst en ProRail zijn in dit rapport de volgende onderwerpen uitgewerkt:

1. Waarom Expliciet Werken en Systems Engineering?
2. Wat is Expliciet Werken en Systems Engineering?
3. Het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen projecten;
4. De betekenis van Expliciet Werken en Systems Engineering voor projectondersteunende processen;
5. Wat zijn de voor-, nadelen en de consequenties van Expliciet Werken en Systems Engineering voor de huidige werkwijze van de medewerkers;
6. Voorwaarden voor de invoering en het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering

### **Waarom Expliciet Werken en Systems Engineering?**

Uit de interviews blijkt dat, naast het ontbreken van een Programma van Eisen voor innovatieve aanbestedingen, er binnen de huidige werkomgeving van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland problemen zijn met:: de beheersing van de projectscope, het vooraf inzichtelijk maken van consequenties van projectwijzigingen, het achteraf verantwoorden van projectwijzigingen, de traceerbaarheid van belangrijke beslissingen en de projectcontinuïteit.

Uit de literatuur blijkt dat Systems Engineering in veel bedrijven van verschillende industrieën met succes wordt toegepast voor de beheersing (tijd, geld en scope) van grote en complexe projecten.

ProRail Expliciet Werken en Systems Engineering heeft geïntroduceerd binnen haar organisatie voor verbetering van de projectbeheersing en hiermee goede ervaringen op doet.

---

## **Wat is Expliciet Werken en Systems Engineering?**

### *Expliciet Werken:*

Expliciet Werken is een algemene werkwijze bedoeld om onnodige vergissingen en misverstanden tussen mensen in complexe werksituaties zoveel te voorkomen. De werkwijze is gebaseerd op algemeen geldende gedragsregels om doelgerichte en eenduidige communicatie te waarborgen.

De gedragsregels hebben betrekking op het structureren, vastleggen en bewaren van informatie en doen daarnaast een beroep op de communicatieve vaardigheden van mensen. Het gestructureerd vastleggen en bewaren van informatie is ook een belangrijk aspect van Systems Engineering.

### *System Engineering:*

In de literatuur zijn vele definities van Systems Engineering in omloop. Op grond van de geraadpleegde literatuur en de interviews met de deskundigen op het gebied van Systems Engineering, kan Systems Engineering het best omschreven worden als:

Een werkwijze om, uitgaande van de vraag- of doelstelling en een Programma van Eisen, doelgericht en efficiënt objecten of producten te ontwikkelen die voldoen aan de vraag- of doelstelling.

Binnen Systems Engineering staat het ontwerpproces centraal dat wordt uitgevoerd aan de hand van het zgn. "systems engineering proces". Binnen het systems engineering proces zijn drie deelprocessen te onderscheiden, te weten: eisenanalyse, functionele analyse en ontwerpsynthese.

Uitgaande van de eisen en deze deelprocessen van het systems engineerings proces worden gestructureerd en iteratief oplossingen ontwikkeld. Door tijdens de hele looptijd van een project en binnen alle onderdelen van het project van abstract naar fijn te werken ontstaat geleidelijk een hiërarchische structuur (groeïende boomstructuur) van het Programma van Eisen en de bijbehorende oplossingen.

## **Betekenis van Expliciet Werken en Systems Engineering voor projecten:**

### *Expliciet Werken:*

De gedragsregels van Expliciet Werken zijn zeer algemeen en breed geformuleerd en daardoor te gebruiken binnen alle andere aandachtsgebieden van projecten.

### *Systems Engineering:*

Centraal binnen de werkwijze van Systems Engineering staat de boomstructuur met oplossingen. Deze boomstructuur staat bekend als de zgn. "projectobjectenboom". Binnen de projectobjectenboom zijn de onderdelen altijd uniek genummerd en is zodoende te gebruiken als een "kapstok" voor andere belangrijke projectgegevens. Door het op ordenen van de andere projectgegevens overeenkomstig de structuur van de projectobjectenboom ontstaan onderling samenhangende boomstructuren, waardoor de projectgegevens van alle aandachtsgebieden binnen projecten altijd traceerbaar zijn.

De werkwijze van System Engineering is zeer uitgebreid en omvat veel hulpmiddelen voor het uitvoeren van projecten, zoals: de traceerbaarheids-, verificatiematrices en configuratie management. Deze hulpmiddelen zijn achtereenvolgens bedoeld voor het afstemmen van de vraag- en doelstelling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer, het toetsen van de oplossingen aan het Programma van Eisen en beheerst en gecontroleerd doorvoeren van projectwijzigingen.

---

### **Betekenis van Expliciet Werken en Systems Engin. voor projectondersteunde processen:**

Expliciet Werken en Systems Engineering hebben raakvlakken met de volgende projectondersteunende processen:

1. Kwaliteitsmanagement:  
Het systems engineering proces is gebaseerd op het terugkoppelprincipe van Deming dat in kwaliteitszorgsystemen gebruikt wordt;
2. Externe kwaliteitsborging:  
De traceerbaarheids- en verificatiematrices hulpmiddelen zijn waarmee aangetoond kan worden dat de oplossingen voldoen aan het Programma van Eisen;
3. Kennismanagement:  
Het consequent gestructureerd vastleggen en bewaren van projectinformatie draagt bij aan het borgen en delen van projectkennis en waaruit "best practices" ontwikkeld kunnen worden.

### **Voor-, nadelen en consequenties van Expliciet Werken en Systems Engineering:**

In de literatuur is niets bekend over de voor-, nadelen en consequenties van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen de Civiele Bouwwereld. Deze onderwerpen zijn besproken tijdens de interviews met de deskundigen op het gebied van Expliciet Werken en Systems Engineering. Als voor-, nadelen en consequenties voor de huidige werkwijze werden genoemd:

#### *Voordelen:*

1. Minder onnodige vergissingen en misverstanden tussen mensen;
2. Verbetering van de projectbeheersing, projectcontinuïteit, vooraf inzichtelijk maken van consequenties en achteraf verantwoorden van projectwijzigingen;
3. Het aanzetten tot zorgvuldig handelen;
4. Kwaliteitsverbetering van geleverde producten en diensten;
5. Het borgen en delen van kennis en aanzet tot het opstellen van "best practices".

#### *Nadelen:*

1. De administratieve handelingen voor het onderhouden van de hulpmiddelen;
2. Het projectdoel uit het oog verliezen door te veel aandacht besteden aan de hulpmiddelen;
3. Werkkaders met weinig vrijheidsgraden voor de medewerkers als gevolg van te ver door gevoerde structuren.

#### *Consequenties:*

1. Discipline van de medewerkers om overeenkomstig de afgesproken structuren de werkwijze toe te passen;
2. Eerst nadenken over de opzet van de objecten- en projectstructuur (langere voorbereidingstijd);
3. Mogelijke oplossingen pas ontwikkelen nadat eerst de vraag- en doelstellingen duidelijk geformuleerd zijn;
4. Extra administratieve handelingen voor het onderhouden van de hulpmiddelen van Systems Engineering;
5. Het expliciet vastleggen en bewaren ofwel documenteren van projectgegevens.

---

### **Voorwaarden voor gebruik en invoering van Expliciet Werken en Systems Engineering:**

De belangrijkste voorwaarden voor het gebruik en invoering van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen projecten en een organisatie zijn:

1. Het consequent gebruik tijdens de hele looptijd van het project;
2. Vakbekwame en ervaren medewerkers voor het opstellen van de juiste en goede structuren, specificaties en oplossingen;
3. Vaste aanspreekpunten binnen de organisatie voor ondersteuning van de medewerkers;
4. ICT-ondersteuning voor het gebruik van de hulpmiddelen van Systems Engineering;
5. De beschikbaarheid van hulpmiddelen zoals: checklijsten, handleidingen, werkvoorschriften en "best practices".

Bij het invoeren van Expliciet Werken en Systems Engineering moet rekening gehouden worden met:

1. Een geleidelijke invoering door olievlek werking (pilot projecten);
2. Ondersteuning van het management voor het ontwikkelen van hulpmiddelen en om medewerkers in de gelegenheid te stellen om de werkwijzen eigen te maken;
3. Het creëren van draagvlak door het in een zo vroeg mogelijk stadium de medewerkers te betrekken bij de invoering.

### **Conclusies en aanbeveling:**

Op grond van deze verkennende studie kan geconcludeerd worden dat:

1. Expliciet Werken en Systems Engineering het werken met een Programma van Eisen en het toetsbaar handelen, overeenkomstig de gedachte van Professioneel Opdrachtgeverschap binnen Rijkswaterstaat ondersteunt;
2. Expliciet Werken en Systems Engineering voorziet in de behoefte van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland op het gebied van: Programma van Eisen, beheersing van de projectscope, het vooraf inzichtelijk kunnen maken van wijzigingen het achteraf kunnen verantwoorden van wijzigingen en projectcontinuïteit;
3. De basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering altijd te gebruiken zijn en leidt tot verbetering van de projectbeheersing en kwaliteit;
4. Het gebruik van de hulpmiddelen van Systems Engineering binnen projecten of onderdelen van projecten met onduidelijke vraag- of doelstelling mogelijk is, maar dat het gebruik van de hulpmiddelen om veel administratieve handelingen vraagt (bureaucratisering);
5. Expliciet Werken en Systems Engineering een beroep doet op de discipline van de medewerkers en aanzet tot zorgvuldig handelen;
6. Expliciet Werken en Systems Engineering een bijdrage leveren aan projectmanagement, kwaliteitsmanagement, externe kwaliteitsborging en kennismanagement en zodoende concrete invulling geven aan het INK-model;
7. Vakbekwame en ervaren medewerkers noodzakelijk zijn voor het opstellen van de juiste en goede structuren, specificaties en mogelijke oplossingen;
8. Naast contactpersonen voor het ondersteunen van medewerkers, hulpmiddelen in de vorm van checklijsten, handleidingen, werkvoorschriften en "best practices", ICT-ondersteuning een belangrijke voorwaarden zijn voor invoering en gebruik Systems Engineering;
9. De projectobjectenboom van Systems Engineering de schakel vormt tussen de kansrijke ICT-projecten binnen de Civiele Bouwwereld en verdergaande automatisering van projectuitvoering mogelijk maakt.

Ook blijkt uit de studie dat Expliciet Werken en Systems Engineering algemene werkwijzen zijn die pas betekenis krijgen en gaan leven binnen projecten. Expliciet Werken en Systems Engineering zijn dan ook niet te leren uit handboeken of door het sturen van medewerkers naar cursussen, maar door het te doen!

---

## Inhoudsopgave

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Samenvatting</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Inhoudsopgave</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1 Aanleiding onderzoek  | 7         |
| 1.2 Vraagstelling en aanpak van het onderzoek                         | 7         |
| 1.3 Leeswijzer  | 8         |
| <b>2 Waarom Systems Engineering en Expliciet Werken</b>               | <b>9</b>  |
| 2.1 Behoeftte van Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland           | 9         |
| 2.2 Systems Engineering   | 10        |
| 2.3 Expliciet Werken  | 11        |
| 2.4 Samenvatting  | 12        |
| <b>3 Basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering</b>   | <b>13</b> |
| 3.1 Basisprincipe van Expliciet Werken                                | 13        |
| 3.2 Basisprincipe van Systems Engineering                             | 14        |
| 3.3 Samenvatting  | 16        |
| <b>4 Gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering</b>          | <b>17</b> |
| 4.1 Binnen (infrastructurele) projecten                               | 17        |
| 4.1.1 Ordenen van projectinformatie                                   | 17        |
| 4.1.2 Projectcontinuïteit en transparante bedrijfsvoering             | 18        |
| 4.1.3 Projectbeheersing   | 18        |
| 4.2 Kantekeningen bij het gebruik binnen (infrastructurele) projecten | 19        |
| 4.3 Projectondersteunde processen                                     | 21        |
| 4.3.1 Kwaliteitsbeheersing en externe kwaliteitsborging               | 22        |
| 4.3.2 Kennismanagement  | 22        |
| 4.4 ICT-hulpmiddelen  | 23        |
| 4.5 Samenvatting  | 24        |
| <b>5 Voor-, nadelen en consequenties</b>                              | <b>26</b> |
| 5.1 Voordelen   | 26        |
| 5.2 Nadelen en valkuilen  | 27        |
| 5.3 Consequenties   | 27        |
| <b>6 Voorwaarden voor gebruik en invoering</b>                        | <b>28</b> |
| 6.1 Voorwaarden voor gebruik  | 28        |
| 6.2 Voorwaarden voor invoering  | 28        |
| <b>7 Conclusies en aanbevelingen</b>                                  | <b>30</b> |
| 7.1 Conclusies  | 30        |
| 7.2 Aanbeveling   | 31        |
| Bijlage 1 Literatuur.....   | 32        |
| Bijlage 2 Begrippenlijst.....   | 33        |
| Bijlage 3 Vragenlijsten interviews en beknopte antwoorden.....        | 34        |

---

# 1 Inleiding

---

## 1.1 Aanleiding onderzoek

Het Projectbureau A4 is verantwoordelijk voor de realisatiefase van het project “Verbreding A4 Burgerveen – Leiden”. Om de markt optimaal te benutten vindt de projectuitvoering plaats op basis van innovatieve aanbestedingen.

Een Programma van Eisen (PvE) ontbrak om samen met de markt het gewenste eindresultaat te bereiken. Om te komen tot een goed Programma van Eisen voor de uitvoering van het project is door het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland binnen Rijkswaterstaat gezocht naar bestaande Programma's van Eisen voor innovatieve aanbestedingen. Tijdens deze zoektocht zijn geen aansprekende voorbeelden gevonden. Wel is men hierbij in aanraking gekomen met twee complementaire werkwijzen van ProRail voor het opstellen van een Programma van Eisen en projectuitvoering: Expliciet Werken en Systems Engineering.

Het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland hebben de indruk dat Expliciet Werken en Systems Engineering geschikte hulpmiddelen zijn en overwegen deze beide werkwijzen in te voeren binnen de organisatie. Echter de gevolgen van Expliciet Werken en System Engineering voor de projecten, projectondersteunende processen voor de werkwijze van de mensen zijn nog onvoldoende bekend. Vandaar dat het management van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland geïnformeerd wenst te worden over:

1. De werkwijzen van Expliciet Werken en Systems Engineering;
2. De consequenties daarvan voor de huidige werkwijze van de medewerkers en de organisatie.

Als gevolg van het veranderde Rijkswaterstaatbeleid zijn er ook binnen de Bouwdienst vergelijkbare initiatieven op dit gebied [2]. Vandaar dat ook de Bouwdienst interesse en belang heeft aan informatie over de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering zoals toegepast binnen ProRail.

Naar aanleiding hiervan en op initiatief van het Projectbureau A4 hebben de Directie Zuid-Holland en de Bouwdienst met medewerking van ProRail een studie uitgevoerd naar de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering.

## 1.2 Vraagstelling en aanpak van het onderzoek

De oorspronkelijke vraagstelling, zoals geformuleerd door het Projectbureau A4 en de Directie Zuid Holland, luidt als volgt:

*Het management van Projectbureau A4, het hoofd van afdeling Projectmanagement van de Directie Zuid-Holland en de Bouwdienst informeren over Systems Engineering en de methode van “Expliciet Werken”:*

1. *Als hulpmiddel bij: het genereren en formuleren van eisen, het vastleggen van deze eisen in specificaties en de beheersing van projecten;*
2. *De gevolgen hiervan op de werkwijze binnen de organisatie.*

---

Uitgaande van deze vraagstelling zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Waarom Expliciet Werken en Systems Engineering?
2. Wat zijn de basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering?
3. Wat is de betekenis van Expliciet Werken en Systems Engineering voor projecten en projectondersteunende processen?
4. Wat zijn de voor- en nadelen van Expliciet Werken en Systems Engineering en wat zijn voor de consequenties voor de werkwijze van de medewerkers?
5. Wat zijn de voorwaarden voor het invoeren en gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering?

De studie is uitgevoerd aan de hand van een literatuurstudie en interviews met medewerkers van het Projectbureau A4, Directie Zuid-Holland, Bouwdienst en deskundigen op het gebied van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen infrastructurele projecten.

### **1.3 Leeswijzer**

De antwoorden op bovengenoemde onderzoeksvragen in paragraaf 1.2 en de conclusies en aanbevelingen zijn beschreven in:

1. Hoofdstuk 2:Waarom Expliciet Werken en Systems Engineering?
2. Hoofdstuk 3:Wat is Expliciet Werken en Systems Engineering?
3. Hoofdstuk 4:De betekenis van Expliciet Werken en Systems Engineering voor projecten en projectondersteunende processen;
4. Hoofdstuk 5:De voor- en nadelen en wat zijn de consequenties voor de werkwijze binnen de organisatie;
5. Hoofdstuk 6:De voorwaarden voor invoering en gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen de projecten en organisatie;
6. Hoofdstuk 7:Conclusies en aanbevelingen.



---

## 2 Waarom Systems Engineering en Expliciet Werken

---

Paragraaf 2.1 geeft een overzicht van de problemen en mogelijke verbeterpunten met betrekking tot de bestaande werkwijze in de huidige werksituatie van de medewerkers van het projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland die meegewerkt aan deze studie.

Systems Engineering is een bekende werkwijze die al jaren met succes wordt toegepast binnen bedrijfstakken van verschillende industrieën. Paragraaf 2.2 beschrijft de problemen en de oorzaken naar aanleiding waarvan deze bedrijven de methode van Systems Engineering hebben ingevoerd.

In paragraaf 2.3 wordt toegelicht waarom ProRail de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering heeft geïntroduceerd binnen de Civiele Bouwwereld.

Tot slot van dit hoofdstuk zijn in paragraaf 2.4 de belangrijkste redenen samengevat die een invoering van de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering rechtvaardigen binnen onderdelen van Rijkswaterstaat.

### 2.1 Behoeftte van Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland

In onderstaande opsomming zijn de problemen samengevat van de medewerkers van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland die hebben deelgenomen aan het onderzoek (zie bijlage 3 vraag I.1 t/m I.6 "Vragenlijsten interviews en beknopte antwoorden"):

1. Onduidelijkheden over de totale projectscope;
2. Het vooraf onvoldoende inzichtelijk kunnen maken van de consequenties voor tijd en geld door wijzigingen in de projectscope;
3. Het achteraf onvoldoende kunnen verantwoorden van tijd- en kostenoverschrijdingen door wijzigingen in de projectscope;
4. Onvoldoende vooraf doordachte projectstructuren en onvoldoende technische voorbereiding van het project bij uitbesteding;
5. Onvoldoende middelen om de marktpartijen efficiënt en doelgericht aan te sturen;
6. De afstemming van vraagstelling of doelen en de te leveren producten of diensten tussen opdrachtgever en opdrachtnemer;
7. Het onvoldoende vastleggen en bewaren van belangrijke (ontwerp)beslissingen en keuzes;
8. De projectcontinuïteit als gevolg van de (uiterst) lange looptijd van infrastructurele projecten.

Deze problemen verergeren door de volgende ontwikkelingen binnen Rijkswaterstaat en de civiele techniek (zie ook paragraaf 2.3):

1. Het toenemend aantal belanghebbenden, zoals: ministeries, gemeenten, waterschappen, actiegroepen, omwonende, opdrachtnemers etc.;
2. Het gebruik van steeds complexere en geavanceerdere specialistische technieken;
3. De invoering van een taakstellend budget binnen Rijkswaterstaat;
4. De noodzaak van transparante bedrijfsvoering en toetsbaar handelen;
5. Meer markt en minder overheid.

---

Als verbeterpunten voor de bestaande werkwijze noemen de geïnterviewden medewerkers van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland (zie bijlage 3 “beknopte antwoorden interview verslagen” vraag II):

1. Betere beheersing van de projectscope ter voorkoming van tijd- en budgetoverschrijdingen;
2. Het werken met een Programma van Eisen dat beter aansluit bij de nieuwe vormen van samenwerking;
3. Meer (interne en externe) zakelijkheid door heldere en duidelijke werkafspraken en juiste contractvormen;
4. De afstemming tussen opdrachtgever en opdrachtnemer om onnodige misverstanden en vergissingen te voorkomen;
5. Vastleggen en bewaren Belangrijke (ontwerp) keuzen en beslissingen consequent tijdens de hele looptijd van het project;
6. De toegankelijkheid en traceerbaarheid van projectinformatie om:
  - a. Vooraf consequenties van voorgestelde wijzigingen inzichtelijk te maken;
  - b. Achteraf wijzigingen te kunnen verantwoorden.

## 2.2 Systems Engineering

De methode van Systems Engineering vindt zijn oorsprong<sup>1</sup> in de luchtvaart en ruimtevaartindustrie en het Ministerie van Defensie van de Verenigde Staten [5, 8]. In de jaren vijftig heeft de Verenigde Staten grote investeringen gedaan in de luchtvaart-, ruimtevaartindustrie en de defensie voor de ontwikkeling van o.a. vliegtuigen, schepen satellieten en raketten.

Deze vaak grote en complexe projecten liepen uit de hand qua tijd en geld of mislukten soms totaal. Hierdoor en mede als gevolg van de hevige onderlinge concurrentie, was het noodzakelijk om een nieuwe werkwijze te ontwikkelen die enerzijds de prestaties van de te ontwikkelen systemen en anderzijds de projectuitvoering zouden verbeteren.

Onderzoek wees uit dat de problemen hoofdzakelijk een gevolg waren van gebrek aan discipline en de impliciete aanpak van het ontwerpproces en de projectuitvoering [5]. Deze constatering leidde tot de ontwikkeling van een gestructureerde en expliciete werkwijze: Systems Engineering.

De belangrijkste veranderingen van Systems Engineering in vergelijking met de traditionele aanpak zijn:

1. De systematische en gestructureerde aanpak van het ontwerpproces en projectuitvoering tijdens de hele looptijd van het project;
2. Traceerbaarheid van keuzes en beslissingen, zodat mogelijke oorzaken en problemen terug gevonden kunnen worden;
3. Beheersing van wijzigingen om de gevolgen vooraf inzichtelijk te maken en geautoriseerd door te voeren;
4. Formele raakvlakbeheersing, waardoor de afzonderlijke systeemonderdelen ook als geheel werken.

Door het succes van Systems Engineering binnen de luchtvaart-, ruimtevaartindustrie en het Ministerie van Defensie van de Verenigde Staten, heeft de werkwijze van Systems

---

<sup>1</sup> Zonder het bestaan van Systems Engineering zijn door architecten en civiel technici vanaf de vroege oudheid tot aan de tweede wereldoorlog imposante bouwwerken gerealiseerd: Egyptische Piramiden, Romeinse aquaducten, het Empire State Building, de Afsluitdijk etc. Zij zijn dan ook te beschouwen als de pioniers van de huidige systems engineers.

---

Engineering ook zijn intrede gedaan binnen andere bedrijfstakken. Tegenwoordig wordt Systems Engineering wereldwijd met succes toegepast in bedrijven van de luchtvaart-, proces-, elektronica-, auto-industrie etc., zoals: Boeing, Fokker Space, Philips, General Electric.

Bedrijven die Systems Engineering hebben ingevoerd geven aan dat:

1. De doorlooptijden van de projecten en de ontwikkelingskosten van de systemen beduidend zijn gereduceerd;
2. Er systemen ontwikkeld worden die beter voldoen aan de vraagstelling en doelen;
3. Er industrie brede standaards zijn ontstaan met de “best practices” die de afstemming tussen de bedrijven stroomlijnen en stimuleren.

### 2.3 Expliciet Werken

De werkwijze van Expliciet Werken, gebaseerd op Systems Engineering, is midden jaren negentig door ProRail geïntroduceerd binnen de Civiele Bouwwereld.

De onderstaande problemen binnen de huidige werkomgeving van infrastructurele projecten waren aanleiding voor ProRail om na te denken over een andere aanpak:

1. Misverstanden tussen mensen, waardoor hoge meerkosten en vertragingen in de planning ontstonden door het achteraf herstellen van fouten;
2. Onduidelijke beslissingen en niet meer traceerbare keuzes;
3. Problemen met de beheersing van de projectscope, waardoor het vaak onduidelijk was hoe en waarom de uiteindelijk projectomvang tot stand gekomen was;
4. Problemen met de aansturing van externe partijen bij uitbesteding van engineeringactiviteiten;
5. De toegenomen aandacht voor transparante bedrijfsvoering en toetsbaar handelen.

Bovengenoemde problemen zijn vergelijkbaar met de problemen die de geïnterviewde medewerkers van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland ondervinden binnen de huidige projectomgeving (zie paragraaf 2.1).

De problemen werden door ProRail toegeschreven aan de volgende veranderingen en ontwikkelingen in de projectomgeving:

1. De toegenomen betrokkenheid van “stake-holders”: ministeries, gemeenten, waterschappen, provincies, actiegroepen, opdrachtnemers, etc.;
2. De betrokkenheid van vele verschillende disciplines bij de verkenningfase, planstudiefase en realisatiefase: landschapsarchitecten, MER-deskundigen, civiele technici, elektrotechnici, juristen, etc.;
3. De (uiterst) lange looptijden en kosten van infrastructurele projecten;
4. De vele innovaties op het gebied van de techniek en de werkwijzen, zoals: nieuwe beveiligingssystemen en nieuwe contractvormen.

Volgens ProRail is in de huidige complexe situaties vakdeskundigheid en bereidheid tot samenwerken niet meer voldoende. Om elkaar te begrijpen en de verspreide kennis bij elkaar te brengen, zijn expliciete maatregelen en hulpmiddelen nodig om eenduidige communicatie te waarborgen. Daarvoor heeft ProRail de werkwijze van Expliciet Werken op basis van Systems Engineering ontwikkeld en op een aantal plaatsen binnen de organisatie ingevoerd. Met deze ruimere interpretatie van Systems Engineering denkt ProRail een antwoord gevonden te hebben op de huidige problematiek rondom infrastructurele projecten.

---

Zoals blijkt uit de interviews met de medewerkers die de werkwijze van Expliciet Werken nu gebruiken, worden hiermee positieve ervaringen opgedaan (zie bijlage 3 antwoorden interviews deskundigen vragen II.en III.3):

1. De beheersing van de belangrijke projectgrootheden scope, tijd en geld verbetert;
2. Wijzigingen in projectomvang zijn vooraf inzichtelijk te maken en achteraf te verantwoorden;
3. Onnodige misverstanden en vergissingen tussen mensen verminderen;
4. Belangrijke beslissingen en keuzes in het project zijn traceerbaar;
5. Er sprake is van toenemend hergebruik van projectinformatie;
6. Het opstellen van standaards ("best practices") wordt gestimuleerd.

## **2.4 Samenvatting**

Uit voorafgaande paragrafen van dit hoofdstuk blijkt dat:

1. Medewerkers van het Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland op de werkvloer vergelijkbare problemen hebben met de huidige werkwijze binnen infrastructurele projecten als ProRail;
2. Systems Engineering de projectbeheersing in termen van scope, geld en tijd verbetert voor bedrijven;
3. De werkwijze van Expliciet Werken gezien kan worden als een uitbreiding op Systems Engineering, waardoor de intenties bij communicatie correct begrepen worden;
4. Systems Engineering en Expliciet Werken hergebruik van projectinformatie mogelijk maakt en aanzet tot het opstellen van "best practices";
5. ProRail, als voorloper binnen de Nederlandse Civiele Bouw, goede ervaringen heeft opgedaan met de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering.

Op grond hiervan kan men verwachten dat de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering ook voor onderdelen van Rijkswaterstaat een antwoord kan zijn voor de huidige problemen met de bestaande werkwijze binnen infrastructurele projecten.

---

## 3 Basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering

---

Dit hoofdstuk beschrijft de basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering. De toepassing en het gebruik van de bijbehorende hulpmiddelen van deze beide werkwijzen binnen projecten en de betekenis voor projectondersteunende processen is toegelicht in hoofdstuk 4.

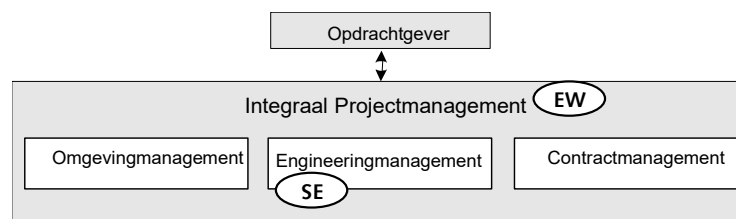
### 3.1 Basisprincipe van Expliciet Werken

Expliciet werken is bedoeld om onnodige misverstanden en vergissingen tussen mensen te voorkomen in werksituaties, waarin de natuurlijke (impliciete) wijze van communiceren niet meer voldoet. Zodra impliciete communicatie ontoereikend is, zal het nodig zijn om onverminkte informatieoverdracht tussen zender en ontvanger te waarborgen door expliciet te communiceren. Bijvoorbeeld: vanaf de eenvoudigste e-mails tot en met dikke rapporten, moet de schrijver zich ervan bewust zijn dat de ontvanger wellicht niet ontvangt wat de zender bedoelde te zenden [10].

Binnen de werkwijze van Expliciet Werken zijn drie aandachtgebieden te onderscheiden, waarvoor de volgende gedragsregels zijn opgesteld [10]:

1. Eenduidige en doelgerichte communiceren:  
definieer werk expliciet, vergader expliciet, wijzig expliciet en wees consistent;
2. Structureren van informatie:  
rubriceer en inventariseer, identificeer; geef verwijzingen;
3. Gedrag van mensen bij communicatie:  
vraag jezelf af, koppel terug, plaats in context;

De bovengenoemde 10 gedragsregels staan bekend als de zgn. "10 geboden van Expliciet Werken". De gedragsregels zijn zeer ruim geformuleerd en daardoor van toepassing op alle terreinen van een project. Vandaar dat Expliciet Werken ook gezien kan worden als een projectbeschaving. Onderstaand figuur 1 illustreert aan de hand van een schematische voorstelling van integraal projectmanagement het werkgebied van Expliciet Werken binnen projecten.

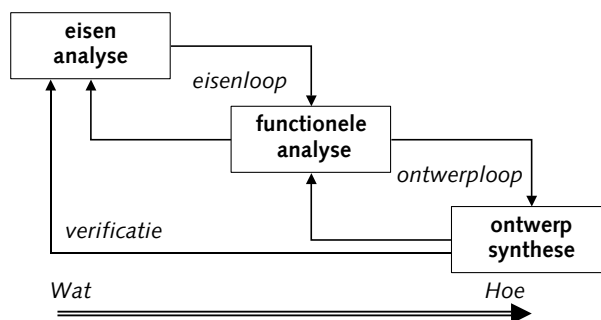


*Figuur 1 Toepassinggebied van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen projecten;*

### 3.2 Basisprincipe van Systems Engineering

Systems Engineering is gebaseerd op een systematisch en gestructureerd ontwerpproces; het zgn. "systems engineering proces" [5, 8]. Kenmerkend voor het systems engineering proces is dat vanuit de vraag- of doelstelling de (materiele) realiseerbare oplossingen geleidelijk worden ontwikkeld. Het systems engineering proces omvat de volgende drie deelprocessen (zie onderstaand figuur 2):

1. Eisen analyse:  
Het omzetten van de vraag- of doelstellingen naar logisch gerangschikte beschrijving van concrete eisen, uitgangspunten, randvoorwaarden en wensen<sup>2</sup>: de specificatie;
2. Functionele analyse:  
Het opstellen van een beschrijving<sup>3</sup> van het verwachtingspatroon van de gewenste oplossingen die voldoen aan de specificatie;
3. Ontwerp synthese:  
Het bedenken van (materiele) oplossingen voor de te realiseren objecten of producten die voldoen aan de specificatie beschrijving van de gewenste oplossingen en vervolgens het kiezen van de meest geschikte oplossing.



Figuur 2 Systems engineering proces

Om de functionele analyse en ontwerp synthese doelmatig en efficiënt aan te sturen worden eisen gesteld aan eisen, uitgangspunten, voorwaarden en wensen van de specificatie. Deze onderdelen van de specificatie moeten specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en haalbaar zijn. Verder moet de specificatie in voldoende mate uitgewerkt zijn. De mate van gedetailleerdheid van een specificatie is op voorhand niet te zeggen en is afhankelijk van:

1. De projectrisico's;
2. Het aantal realiseerbare oplossingen dat voldoet aan de eisen;
3. De beschikbaarheid van standaard oplossingen.

<sup>2</sup> Vaak is het streven om alleen functionele eisen in een specificatie op te nemen, waarvoor meerdere oplossingen denkbaar zijn. Dit is niet altijd wenselijk of mogelijk. Bijvoorbeeld: als het te veel tijd kost om functionele eisen op te stellen of wanneer slechts één oplossing toegestaan is, dan moeten eisen ontwikkeld worden die deze oplossing toelaten: technische eisen. In de praktijk is een specificatie een mengvorm van functionele en technische eisen. Welke mengvorm van toepassing is, hangt af van de mate waarin het mogelijk en/of wenselijk is om meerdere oplossingen te bedenken.

<sup>3</sup> Deze beschrijving is een aanvulling op de eisen waarin het verwachtingspatroon van de gewenste oplossingen is vastgelegd. De beschrijving is nodig om te voorkomen dat oplossingen worden ontwikkeld die voldoen aan de gestelde eisen, maar niet voldoen aan het verwachtingspatroon. Om in bovenstaande voetnoot genoemde redenen kan deze beschrijving functionele of technische van aard zijn.

---

Verdere uitwerking van de specificatie en de beschrijving van de gewenste resultaten is nodig als: uit risicoanalyse blijkt dat er te grote risico's zijn of er nog te veel realiseerbare oplossingen mogelijk zijn, of er geen standaard oplossingen direct voorhanden zijn.

Tijdens het project worden de eisen analyse, functionele analyse en ontwerp synthese iteratief, topdown en herhalend doorlopen. Deze werkwijze is hierna verder toegelicht.

**Ad) Iteratief:**

Het opstellen van de specificatie, de beschrijving van de gewenste oplossingen en de ontwikkelde oplossingen tijdens drie deelprocessen van het systems engineering proces gebeurt iteratief zodat een volledig en consistent geheel ontstaat.

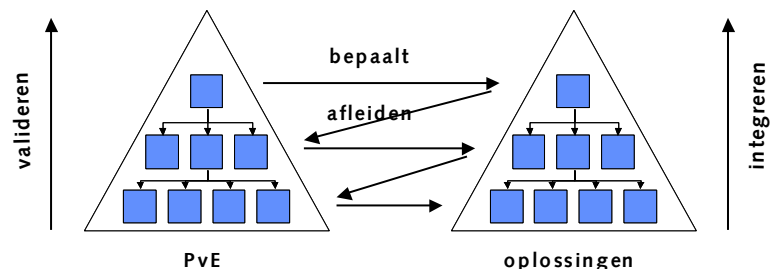
Ook kan door voortschrijdend inzicht blijken dat de specificatie, de beschrijving van de gewenste oplossingen en de oplossingen niet met elkaar in overeenstemming zijn en op elkaar aangepast moeten worden om tot een volledig en consistent geheel te komen.

**Ad) Top down en herhalend:**

Door omvangrijke of complexe vraag- of doelstellingen binnen projecten is het niet mogelijk om de realiseerbare oplossingen in een keer te ontwikkelen. Het is noodzakelijk om het ontwerpproces te vereenvoudigen door het opsplitsen van het uiteindelijk te realiseren bouwwerk in onderdelen en vervolgens de onderdelen afzonderlijk van abstract naar concreet of van grof naar fijn te ontwikkelen (hiërarchische decompositie).

Deze alom bekende topdown aanpak is mogelijk met het systems engineering proces en is schematisch weergegeven in onderstaand figuur 3. In deze tekening is te zien dat:

1. Vanuit de (top) specificatie de bijbehorende oplossingen voor de te onderscheiden onderdelen worden ontwikkeld (bepaalt);
2. Uitgaande van de oplossingen van de afzonderlijke onderdelen de specificatie verder ontwikkeld wordt (afleiden);
3. Er een hiërarchische verzameling van specificaties ofwel het Programma van Eisen en oplossingen ontstaan voor de te realiseren objecten of producten.

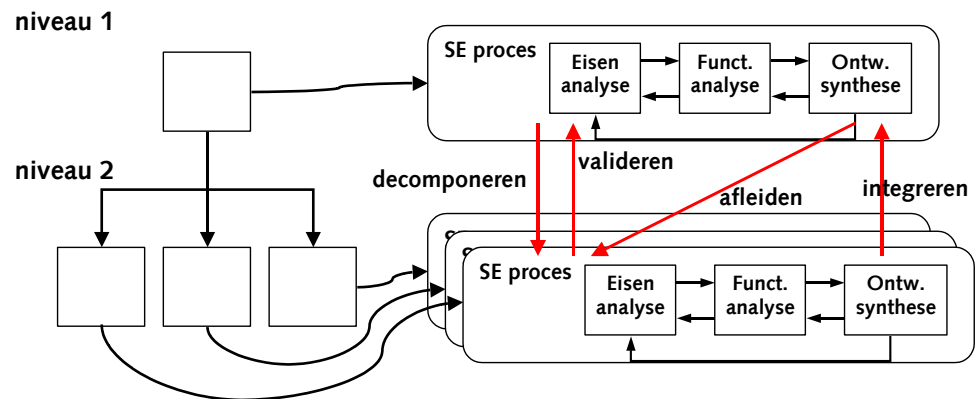


figuur 3 Topdown aanpak

Bovenstaande figuur is een vereenvoudiging van het geheel, omdat het suggereert dat bij een specificatie maar een oplossing hoort. Bij een specificatie zijn normaliter echter altijd meerdere oplossingen mogelijk zijn. Uit de oplossingen moet eerst de oplossing worden gekozen die het beste voldoet aan de specificatie. Pas hierna kunnen uitgaande van de meest geschikte oplossing de specificaties worden afgeleid voor onderliggende onderdelen.

Onderstaand figuur 4 is een verdere detaillering van figuur 3. Hierin is weergegeven dat:

1. Binnen elk onderdeel de drie deelprocessen van het systems engineering uitgevoerd worden;
2. Controles nodig zijn zodat:
  - a. De specificaties consistent blijven (valideren);
  - b. De oplossingen op elkaar aansluiten (integreren).



figuur 4 Detaillering top-down en herhalend proces

Het is erg belangrijk om de gegevens, waaronder de beslissingen die hebben geleid tot de gekozen oplossingen, na iedere stap in het systems engineering proces vast te leggen en te bewaren, omdat het telkens de input is voor een volgende stap in het systems engineering proces.

### 3.3 Samenvatting

Uit de voorafgaande paragrafen van dit hoofdstuk blijkt dat:

1. Expliciet Werken gebaseerd is op algemene gedragsregels die bedoeld zijn om zo doelgerichte en eenduidige mogelijk te communiceren;
2. Het systems engineering proces een generiek gestructureerd ontwerpproces waarbinnen uitgaande van het Programma van Eisen en geleidelijk de realiseerbare oplossingen worden ontwikkeld.



---

## 4 Gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering

---

Zoals vermeldt in paragraaf 3.1 is het basisprincipe van Expliciet Werken toepasbaar binnen alle aandachtsgebieden van het project.. Evenals Expliciet Werken is het gebruik van de werkwijze van Systems Engineering niet beperkt tot het ontwerpproces. Daarnaast hebben Expliciet Werken en Systems Engineering raakvlakken met projectondersteunende processen en maakt het verdergaande automatisering binnen de Civiel Bouwwereld mogelijk.

Dit hoofdstuk beschrijft achtereenvolgens:

1. Het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering en de hulpmiddelen binnen infrastructurele projecten (paragraaf 4.1);
2. Kantekeningen bij het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering en de hulpmiddelen binnen projecten (paragraaf 4.2);
3. De betekenis van Expliciet Werken en Systems Engineering voor projectondersteunende processen (paragraaf 4.3);
4. De betekenis van Systems Engineering voor verdergaande automatisering binnen de Civiele Bouwwereld (paragraaf 4.4).

### 4.1 Binnen (infrastructurele) projecten

De werkwijzen en het gebruik van de hulpmiddelen van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen projecten leveren een bijdrage aan de volgende projectactiviteiten:

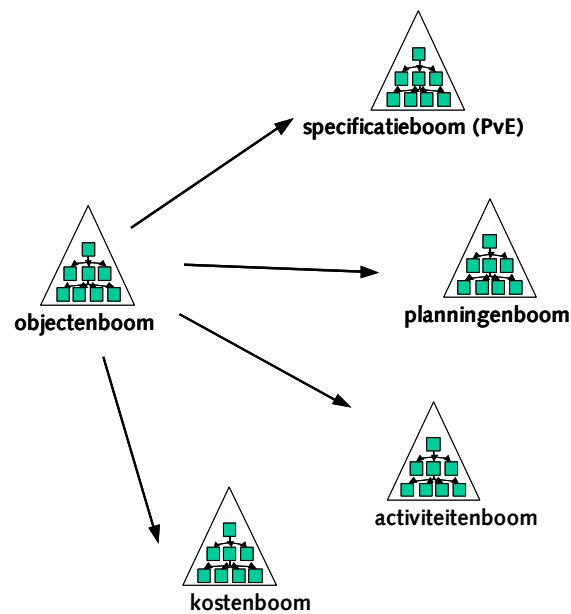
1. Het ordenen van projectinformatie;
2. Transparante bedrijfsvoering en projectcontinuïteit;
3. Projectbeheersing.

In onderstaande paragrafen zijn deze aspecten verder uitgewerkt.

#### 4.1.1 Ordenen van projectinformatie

Het systems engineering proces (zie paragraaf 3.2) leidt tot boomstructuren voor de specificatie (het Programma van Eisen) en mogelijke oplossingen voor de te realiseren objecten of producten. Door het consequent toepassen van het systems engineering proces tijdens alle fasen van het ontwikkeltraject groeien deze boomstructuren. De boomstructuur van de te realiseren objecten of producten, de zgn. projectobjectenboom, neemt binnen het geheel een belangrijke plaats. De projectobjectenboom zorgt voor een unieke nummering van de te realiseren objecten of producten of onderdelen daarvan.

De projectobjectenboom kan dan ook gezien worden als een “kapstok” voor het ordenen van ontwerpgegevens, waaronder de keuzes die geleid hebben tot ontwerpbeslissingen en andere belangrijke projectgegevens. Welke projectgegevens dat zijn is afhankelijk van het project. Veel voorkomende boomstructuren binnen projecten zijn: kostenramingen, tijdsplanningen, activiteiten, ontwerpverslagen, tekeningen etc.(zie figuur 5).



figuur 5 Boomstructuren binnen projecten<sup>4</sup>

#### 4.1.2 Projectcontinuïteit en transparante bedrijfsvoering

Door het werken met boomstructuren en het beheren van de relaties tussen de verschillende boomstructuren zijn de projectgegevens toegankelijk en traceerbaar. Hierdoor is de projectinformatie tijdens de hele looptijd van het project altijd terug te vinden; hetgeen de projectcontinuïteit verbetert.

Door de traceerbaarheid en door het beheerst wijzigen van de projectinformatie (zie onderstaande paragraaf sectie "configuratiemanagement") zijn:

1. Consequenties van wijzigingen vooraf inzichtelijk te maken;
2. Wijzigingen achteraf te verantwoorden.

#### 4.1.3 Projectbeheersing

Systems Engineering omvat vele technieken en hulpmiddelen. Voor een volledige omschrijving en de technieken en de beschikbare technieken binnen projecten wordt verwezen naar de handboeken van Systems Engineering [5, 10]. De meest gebruikte hulpmiddelen van Systems Engineering voor de beheersing van infrastructurele projecten zijn:

1. Het Programma van Eisen;
2. Traceerbaarheidsmatrices;
3. Verificatiematrices;
4. Configuratie management of wijzigingsbeheer.

<sup>4</sup> In deze figuur zijn alleen bomen weergegeven met dezelfde boomstructuur. In de praktijk komen ook "onevenwichtige" boomstructuren mogelijk.

---

**Ad 1) Programma van Eisen:**

Door het systems engineering proces consequent toe te passen tijdens de hele looptijd van het project groeit geleidelijk het Programma van Eisen. Het Programma van Eisen is vaak de basis voor het uitbrengen van offertes door potentiële opdrachtnemers. Om te voorkomen dat de uiteindelijke opdrachtnemer oplossingen aandraagt die niet voldoen aan het verwachtingspatroon van de opdrachtgever, worden eisen gesteld aan de specificaties en moeten deze in voldoende mate zijn uitgewerkt (zie ook paragraaf 3.2).

Naast het aansturen van het ontwerpproces is het Programma van Eisen een belangrijk hulpmiddel voor:

1. Het afstemmen van de vraag- of doelstellingen en de te leveren producten (zie verder traceerbaarheidsmatrix);
2. Het toetsen van de oplossingen (zie verder verificatiematrix).

**Ad 2) Traceerbaarheidsmatrix:**

De aangeleverde informatie van de interne opdrachtgever over de vraag- of doelstelling en de hieruit afgeleide eisen, uitgangspunten, randvoorwaarden en wensen van de specificatie zijn vaak niet eenduidig en compleet. Afhankelijk van de interpretatievrijheid en de compleetheid van de specificatie is een vertaalslag nodig van de door de opdrachtgever aangeleverde informatie naar voor de opdrachtnemer begrijpelijke en geschikte specificatie. Een hulpmiddel om de volledigheid en de compleetheid te kunnen nagaan is de zgn. "traceerbaarheidsmatrix", waardoor de relaties tussen de vraag van de opdrachtgever en de eisen in de specificaties opdrachtnemer steeds traceerbaar zijn.

**Ad 3) Verificatiematrix:**

Het is gebruikelijk om de eisen van de specificatie te plaatsen in de zgn. verificatiematrix [3]. In deze matrix wordt per eis aangegeven hoe de eis getoetst wordt. Doordat het aantal eisen van het Programma van Eisen groeit naarmate het project vordert, nemen ook het aantal eisen in de verificatiematrix toe. De verificatiematrix kan daarom gezien worden als een "levend document". Met de verificatiematrix wordt op overzichtelijke wijze aangetoond of de gerealiseerde objecten of producten voldoen aan de eisen.

**Ad 4) Wijzigingsbeheer of configuratie management:**

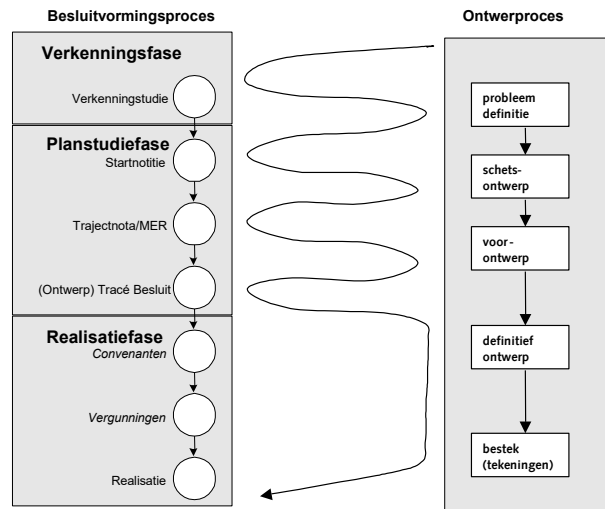
Het is van belang om na iedere stap binnen het systems engineering proces de gegevens vast te leggen en te bewaren (zie paragraaf 3.2), omdat de bewaarde informatie het uitgangspunt is voor een volgende stap binnen het systems engineering proces.

Tijdens de looptijd van een project kunnen inzichten wijzigen. Om inconsistenties door deze tussentijdse wijzigingen te voorkomen, moeten de vastgelegde en bewaarde gegevens gecontroleerd en beheerst gewijzigd worden. Door op deze wijze te werk te gaan is het mogelijk om: de consequenties van de wijzigingen vooraf inzichtelijk te maken en de doorgevoerde wijzigingen achteraf te verantwoorden.

#### 4.2 Kantekeningen bij het gebruik binnen (infrastructurele) projecten

Binnen infrastructurale projecten van Rijkswaterstaat zijn twee samenhangende hoofdprocessen met verschillende fasering te onderscheiden (zie figuur 6):

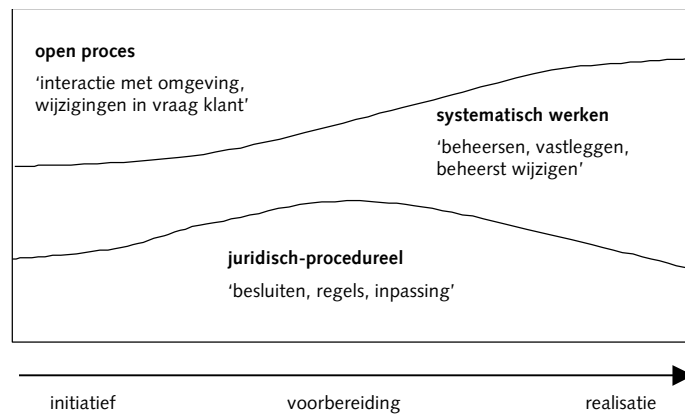
1. Het besluitvormingproces;
2. Het ontwerpproces.



figuur 6 Relatie besluitvorming en engineeringproces

Tijdens het hele ontwikkeltraject is er niet altijd sprake van een eenduidige vraag - of doelstelling over de te realiseren bouwwerken. Er bestaat er ook behoefte aan andersoortige ontwerpactiviteiten. De lijn tussen de beide hoofdprocessen in figuur 6 symboliseert de behoefte aan ontwerpactiviteiten binnen het besluitvormingsproces. In en voor de (Ontwerp) Tracébesluit fasen van het besluitvormingsproces geldt dat het ontwerpproces toeleverend is aan het besluitvormingsproces. In deze fasen van het besluitvormingsproces is het project nog onvoldoende gedefinieerd. De nadruk ligt nu niet op de te realiseren bouwwerken, maar de aandacht gaat nu uit naar andere aspecten, zoals: ruimtelijke ordening, milieu en veiligheid. Vandaar dat de lijn tussen de beide hoofdprocessen in dit gedeelte van figuur 6 slingerend getekend is. Pas in de fasen na het Tracébesluit bestaat er meer duidelijkheid en eenduidigheid over het project en is de behoefte aan ontwerpactiviteiten hoofdzakelijk gericht op de te realiseren bouwwerken.

Een bijkomend aspect binnen het hele ontwikkeltraject van infrastructurele projecten is dat in en voor de (Ontwerp) Tracébesluit fasen van het besluitvormingsproces het vaak gaat om onderzoek en uitwerken van ideeën met als doel het creëren van draagvlak bij de belanghebbenden. Deze werkzaamheden komen het beste tot stand binnen interactieve en creatieve processen ofwel zgn. "open processen" [7]. In de fasen na het (Ontwerp) Tracébesluit treedt hierin een verschuiving op, doordat het project meer gedefinieerd is en de nadruk komt te liggen op de te realiseren bouwwerken. Het systematisch en gestructureerd uitvoeren van deze werkzaamheden in gesloten processen krijgt nu meer nadruk [1]. Figuur 7 illustreert deze verschuiving van accenten binnen het ontwikkeltraject van infrastructurele projecten.



figuur 7 Verschuivende accenten binnen infrastructurele projecten

Het gebruik van de basisprincipes van Expliciet Werken en Systems Engineering is altijd mogelijk en verbetert vaak de projectuitvoering. Dit geldt voor het doen van onderzoeken en het uitwerken van ideeën in open processen tijdens de beginfasen van het ontwikkeltraject.

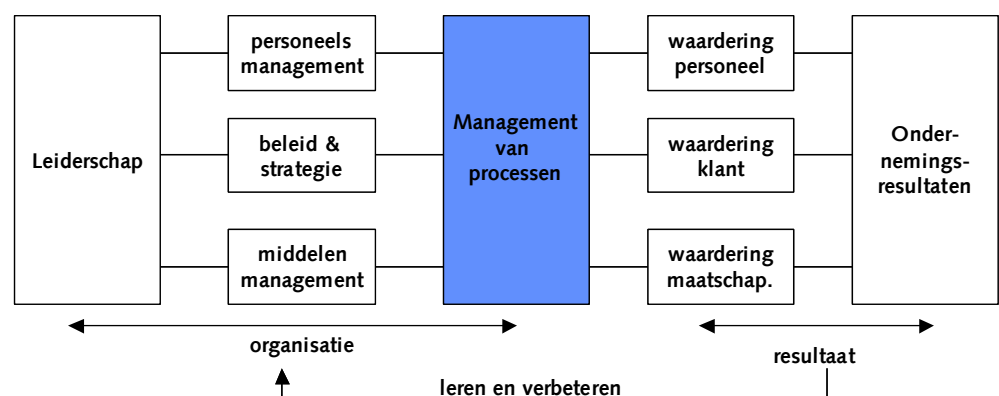
Door de onduidelijke en wisselende behoeften in deze fasen van het ontwikkeltraject leidt het gebruik van de hulpmiddelen van Systems Engineering echter al snel tot veel extra administratieve handelingen (bureaucratisering). Vandaar dat in deze stadia het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering in volle omvang niet altijd zinvol is. Naarmate het ontwikkeltraject vordert en de werkzaamheden meer en meer in gesloten processen worden uitgevoerd, neemt het belang van Expliciet Werken en Systems Engineering geleidelijk toe.

#### 4.3 Projectondersteunde processen

Een bekend referentiemodel voor organisaties van Rijkswaterstaat en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is het zgn. INK-model (zie onderstaand figuur 8).

Het onderdeel "Management van Processen" van het INK-model heeft betrekking op de aandachtsgebieden:

1. Projectmanagement;
2. Projectondersteunende processen.



figuur 8 Instituut Nederlands Kwaliteits (INK)model

---

Zoals blijkt uit voorafgaande hoofdstukken 3 en 4 geeft Expliciet Werken en Systems Engineering concrete invulling aan het aandachtsgebied projectmanagement.

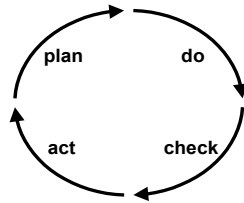
Zoals toegelicht in onderstaande paragrafen hebben Expliciet Werken en Systems Engineering ook raakvlakken met de volgende projectondersteunende processen:

1. Kwaliteitsbeheersing en externe kwaliteitsborging;
2. Kennismanagement.

#### 4.3.1 Kwaliteitsbeheersing en externe kwaliteitsborging

Kwaliteitszorgsystemen maken gebruik van het door Deming ontwikkelde terugkoppelprincipe “Plan-Do-Check-Act” (zie onderstaande figuur 9). Dit zeer algemene en brede principe is ook onderdeel van Systems Engineering. Immers tijdens het systems engineering proces worden dezelfde stappen doorlopen als binnen kwaliteitszorgsystemen (zie ook paragraaf 3.2):

1. Maak een specificatie (Plan);
2. Bedenk en ontwerp oplossingen (Do);
3. Controleer de oplossingen aan de specificatie (Check);
4. Afwijzen, corrigeer door de specificatie en/of de oplossingen aan te passen (Act);



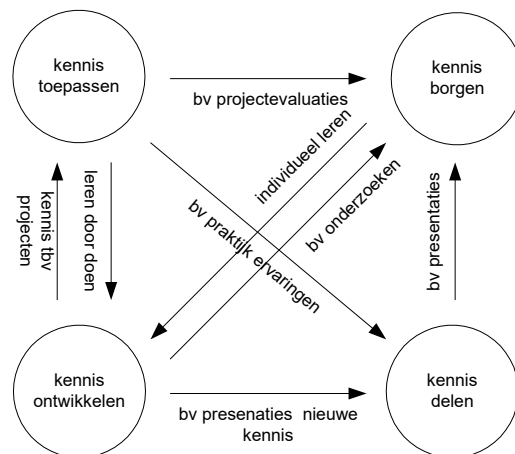
*figuur 9 Kwaliteitscirkel van Deming*

Doordat het systems engineering proces het kwaliteitsprincipe “zeg wat je doet, doe wat je zegt en toon aan wat je doet” faciliteert, behoort ISO-certificeren tot de mogelijkheden.

Ook het principe van externe kwaliteitsborging: “de opdrachtnemer toets en de opdrachtgever toetst de toets” krijgt door het gebruik van de traceerbaarheids- en verificatiematrix een concrete invulling (zie paragraaf 4.1.3).

#### 4.3.2 Kennismanagement

In onderstaand figuur 10 zijn de belangrijkste aspecten van kennismanagement schematisch weergegeven.



figuur 10 Kennismanagement

Het binnen de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering traceerbaar vastleggen en bewaren van informatie tijdens de looptijd van het project kan gezien worden als een hulpmiddel om projectkennis te borgen en te delen.

Ook is het mogelijk om kennis verder te ontwikkelen en toepassen door op basis van de bewaarde projectinformatie "best practices" of engineeringhandboeken samen te stellen en ter beschikking te stellen aan medewerkers. Vanuit dit perspectief gezien levert Expliciet Werken en Systems Engineering een toegevoegde waarde aan kennismanagement.

#### 4.4 ICT-hulpmiddelen

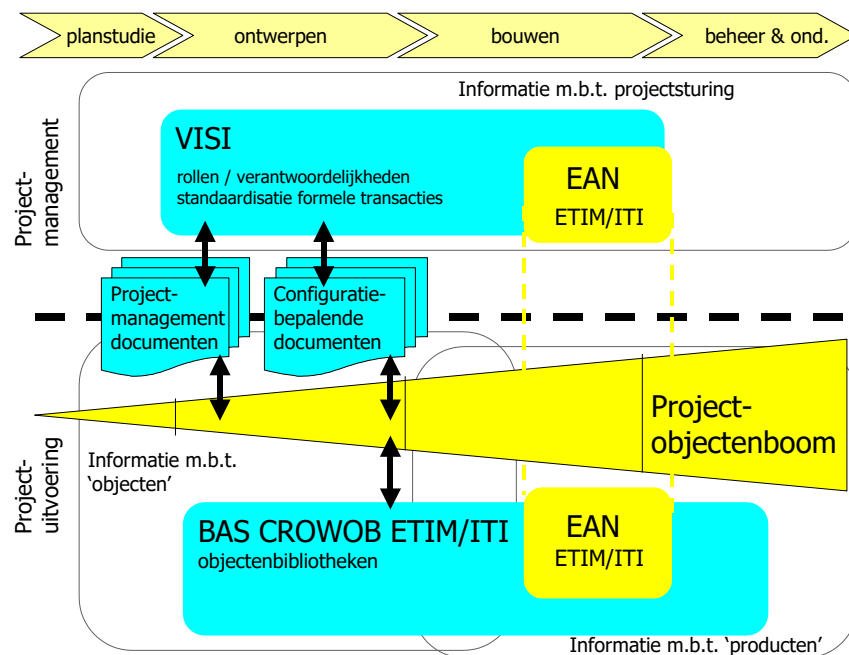
ICT kan een stimulans zijn voor het doorvoeren van veranderingen in de bedrijfsvoering en bedrijfscultuur. Volgens de **Advies Raad Technologiebeleid Bouwnijverheid (ARTB)** is het noodzakelijk dat de bouwwereld (GWW en B&U) zelf eerst samenhang en structuur moet aanbrengen in de informatiestromen in de bouw - en infrastructuurprojecten [12].

Door de ARTB is als onderdeel is van het programma **Proces- en Systeemverbeteringen In de Bouw (PSIB)** de werkgroep **Platform Afstemming Informatietechnische Structuur (PAIS)** geformeerd. Hierin zijn de meest kansrijke initiatieven op het gebied van ICT gebundeld. Het doel van deze werkgroep is om te komen tot een informatietechnische structuur die het samenwerken en de communicatie tussen partners in bouw - en infrastructuurprojecten in al zijn facetten digitaal kan ondersteunen.

Deze informatietechnische structuur is noodzakelijk om de volgende zes belangrijke ICT-initiatieven in de bouwwereld (GWW en B&U) optimaal te benutten [12]:

1. **VISI**: ondersteuning van het projectmanagement in GWW-projecten door middel van, onder meer, de digitale ondersteuning van de verdeling van rollen en verantwoordelijkheden en standaardisatie van digitaal uit te wisselen transactieberichten;
2. **BAS objectenbibliotheek**: objectenbibliotheek voor de B&U-sector;
3. **ETIM/ITI**: objectenbibliotheek en standaard voor e-commerce in de sector van de elektrotechnische, werktuigkundige en sanitaire installaties;
4. **EAN Nederland** (voorheen EC Standaard Bouw): standaard voor e-commerce in de bouw en infra;
5. **CROWOB**: objectenbibliotheek voor de GWW-sector;
6. **RIB Projectobjectenboom**: methodiek om databestanden in bouw - en infraprojecten te structureren en beheersbaar te houden.

In onderstaand schema (figuur 11) zijn deze zes op elkaar aansluitende initiatieven weergegeven en waar die kunnen worden gepositioneerd binnen het PAIS model. In figuur 11 is te zien dat de projectobjectenboom de schakel vormt tussen de afsprakenstelsel voor ondersteuning van projectmanagement en voor projectuitvoering en die door het gebruik van de projectobjectenboom op projectniveau hun daadwerkelijke toepassing vinden. Door deze schakelfunctie van de projectobjectenboom opent de werkwijze Expliciet Werken en Systems Engineering de weg voor verdergaande automatisering binnen de Civiele Bouwwereld.



figuur 11 positionering van de PAIS-initiatieven in het voortbrengingsproces

#### 4.5 Samenvatting

Op basis van de voorafgaande paragrafen in dit hoofdstuk kan geconcludeerd worden dat:

1. Systems Engineering integraal projectmanagement mogelijk maakt en de projectbeheersing verbetert doordat:
  - De projectobjectenboom kan worden gebruikt als "kapstok" voor het ordenen van projectinformatie, waardoor de projectgegevens onderling toegankelijk en traceerbaar zijn;
  - Er hulpmiddelen zijn voor: het afstemmen van de vraag- of doelstelling tussen opdrachtgever en opdrachtnemer, het aantoonbaar maken dat de oplossingen voldoen aan de gestelde eisen, het gecontroleerd en beheerst doorvoeren van projectwijzigingen;
2. Expliciet Werken en Systems Engineering een bruikbaar hulpmiddel kan zijn voor de Directie Zuid-Holland voor het oplossen van knelpunten met betrekking tot: de beheersing van de projectscope, vooraf inzichtelijk kunnen maken van wijzigingen, achteraf kunnen verantwoorden van wijzigingen, afstemming tussen opdrachtgever en opdrachtnemer en de projectcontinuïteit door vastleggen en bewaren van projectinformatie;



- 
3. Expliciet Werken en Systems Engineering leiden tot extra administratieve handelingen binnen projecten (bureaucratisering);
  4. Het gebruik van de hulpmiddelen van Systems Engineering in projectfasen met onduidelijke en wisselende vraag- of doelstellingen kan leiden tot onnodig extra veel administratieve inspanning vergt en kan leiden tot doelloze bureaucratiesering;
  5. Expliciet Werken en Systems Engineering een bijdrage leveren aan de projectondersteunende processen: kwaliteitsmanagement, externe kwaliteitsborging en kennismanagement;
  6. Het gebruik van de projectobjectenboom van Systems Engineering verder gaande automatisering van projecten binnen de Civiele Bouwwereld mogelijk maakt.

---

## 5 Voor-, nadelen en consequenties

---

Expliciet Werken en Systems Engineering staan binnen de Civiele Bouwwereld nog in de kinderschoenen. Over de voor- en nadelen van Expliciet Werken en Systems Engineering is geen literatuur beschikbaar. Vandaar dat dit aspect uitgebreid aan de orde is geweest tijdens de interviews met de deskundigen.

Dit hoofdstuk beschrijft achtereenvolgens:

1. De voordelen van Expliciet Werken en Systems Engineering (paragraaf 5.1);
2. De nadelen van Expliciet Werken en Systems Engineering (paragraaf 5.2);
3. De consequenties van Expliciet Werken en Systems Engineering voor de huidige werkwijze (paragraaf 5.3).

### 5.1 Voordelen

Als de belangrijkste voordelen van de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering werden door deskundigen genoemd (zie ook bijlage 3 “Beknopte antwoorden interview verslagen” vraag III.3 en IV.2):

1. Het voorkomen van onnodige vergissingen en misverstanden door expliciet communiceren;
2. De projectbeheersing verbetert door:
  - Het vooraf inzichtelijk maken van consequenties van wijzigingen;
  - Het achteraf kunnen verantwoorden van wijzigingen;
  - Het gecontroleerd en beheerst doorvoeren van wijzigingen;
  - Het maken van duidelijke en heldere werkafspraken en het toekennen van verantwoordelijkheden;
3. Het toegankelijk en traceerbaar vastleggen en bewaren van de projectinformatie, waardoor:
  - Keuzes die geleid hebben tot beslissingen terug te vinden zijn;
  - Het hergebruik van specificaties uit het Programma van Eisen en de daarbij behorende oplossingen toeneemt;
4. De projectcontinuïteit verbetert doordat:
  - Door het verloop van medewerkers binnen projecten minder projectkennis verloren gaat;
  - Genomen beslissingen traceerbaar zijn en niet op nieuw ter discussie worden gesteld;
5. Vermindering van herstellkosten door niet eerst te denken in oplossingen, maar eerst een Programma van Eisen op te stellen en af te stemmen met de opdrachtgever;
6. Aanzet tot zorgvuldig handelen;
7. Leidt tot de verbetering van kwaliteitsbeheersing van de geleverde producten en diensten;
8. Aanzet tot het borgen en delen van kennis door o.a. het opstellen van “best practices”.

---

## 5.2 Nadelen en valkuilen

De belangrijkste nadelen en valkuilen van de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering zijn volgens de deskundigen (zie bijlage 3 "Beknopte antwoorden interview verslagen" vraag II.8 en IV.2):

1. Het vastleggen en bewaren van projectinformatie en het gebruik van de hulpmiddelen leidt tot extra administratieve handelingen;
2. Het koesteren van de hulpmiddelen, waardoor doelloze bureaucratisering kan ontstaan en een schijnbaar gevoel van goed handelen;
3. Het werken met boomstructuren, traceerbaarheidsmatrices, verificatiematrices en met name wijzigingsbeheer in projecten met onduidelijke en wisselende vraag- of doelstellingen, met als gevolg dat de nadruk te veel op administratieve handelingen komt te liggen;
4. Doorslaan in structureringen, waardoor strak omlijnde werkkaders met te weinig vrijheidsgraden die de medewerkers het gevoel geven van betutteling en persoonlijke vrijheden ontnomen worden.

## 5.3 Consequenties

De consequenties van Expliciet Werken en Systems Engineering voor de werkwijze zijn:

1. Gedisciplineerd gedrag van de medewerkers om consequent tijdens de hele looptijd van het project gestructureerd en systematisch te werken;
2. Eerst nadenken over:
  - De objecten- en de projectstructuur;
  - De vraag- en doelstellingen en pas daarna oplossingen ontwikkelen;
3. Het expliciet vastleggen en bewaren van projectinformatie (ook keuzes en beslissingen);
4. Langere voorbereidingstijden door eerst nadenken over structuren en het afstemmen van de vraag- en doelstellingen;
5. Meer administratieve handelingen.

---

## 6 Voorwaarden voor gebruik en invoering

---

In de onderstaande paragrafen zijn de voorwaarden voor het gebruik en het invoeren van Expliciet Werken en Systems Engineering binnen een organisatie toegelicht.

### 6.1 Voorwaarden voor gebruik

Vanzelfsprekende voorwaarden zijn dat:

1. Het gebruik van Expliciet Werken en Systems Engineering alleen zinvol is als alle interne en externe partijen het consequent toepassen;
2. Voor het opstellen van goede specificaties en het ontwikkelen van de gewenste oplossingen vakbekwame en ervaren medewerkers nodig zijn.

Andere belangrijke voorwaarden voor gebruik zijn:

1. Vaste aanspreekpunten binnen de organisatie voor ondersteuning voor de medewerkers;
2. Hulpmiddelen in de vorm van checklijsten, handleidingen, werkvoorschriften en "best practices";
3. ICT-ondersteuning.

Wat betreft ICT-ondersteuning wordt opgemerkt dat: voor het werken met de hulpmiddelen van Systems Engineering als snel automatisering noodzakelijk is en er nog geen specifieke standaard applicaties bestaan die de werkwijze van Systems Engineering in al zijn facetten ondersteunen. Wel zijn er zgn. Product Data Management (PDM) en Electronic Data Management (EDM) beschikbaar met standaard functies die ook de werkwijze van Systems Engineering kunnen ondersteunen. Zo heeft ProRail gekozen voor het EDM/PDM systeem "SmarTeam". Daarentegen maakt de Bouwdienst gebruik van een eenvoudig op relationele database technieken gebaseerd informatiesysteem voor het vastleggen en beheren van: eisen op basis van basis van boomstructuren, traceerbaarheids-, verificatiegegevens.

### 6.2 Voorwaarden voor invoering

Kritische succesfactoren voor het invoeren van de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering zijn (zie ook bijlage 3 "Beknopte antwoorden interview verslagen deskundigen" vraag V) :

1. Geleidelijke invoering door "olievlek" werking;
2. Creëren van draagvlak bij de medewerkers;
3. Ondersteuning van het management.

Bovengenoemde aandachtspunten en de menselijke aspecten, waarmee tijdens de invoering rekening gehouden moeten worden, zijn hieronder toegelicht.

#### **Ad 1) Geleidelijke invoering door olievlek werking:**

Expliciet Werken en Systems Engineering zijn werkwijzen die niet te leren zijn uit handboeken of door het sturen van medewerkers naar cursussen. Het toepassen binnen projecten is de enige manier om het te leren. Dit betekent dat invoering alleen mogelijk is door geleidelijke invoering binnen een organisatie (pilot projecten). Hierbij is het van belang om gemotiveerde ervaren medewerkers te betrekken die instaat zijn om:

- 
1. Van de pilot projecten succesverhalen kunnen maken;
  2. Het gedachtegoed binnen de organisatie kunnen uitdragen;
  3. Andere medewerkers weten te enthousiasmeren;
  4. Beginnende medewerkers kunnen begeleiden.

**Ad 2) Creëren van draagvlak bij de medewerkers:**

Door het in een zo vroeg mogelijk stadium medewerkers actief te betrekken bij het opstellen van het plan van aanpak voor invoering en het opstellen van hulpmiddelen (handleidingen, checklijsten, werkvoorschriften) raken de medewerkers vertrouwd met de nieuwe werkwijze en ontstaat er draagvlak.

**Ad 3) Ondersteuning door het management:**

Dit gaat verder dan alleen het opnemen van een paragraaf in het beleid en het benadrukken van de voordelen. Er zal voldoende ruimte (tijd en geld) vrij gemaakt moeten worden voor:

1. Het opstellen hulpmiddelen zoals: handleidingen, checklijsten, werkvoorschriften, standaarden;
2. Het geven van introductiecursussen of workshops voor beginnende medewerkers;
3. Regulier werkoverleg voor deskundigen;
4. Het ter beschikking stellen van ICT-hulpmiddelen;

---

# 7 Conclusies en aanbevelingen

---

## 7.1 Conclusies

Op grond van deze verkennende studie naar de werkwijze van Expliciet Werken en Systems Engineering kan worden geconcludeerd dat:

### 1. Expliciet Werken:

- 1.1. Een werkwijze is, gebaseerd op gedragsregels voor eenduidige en doelgerichte communicatie tussen mensen, om onnodige vergissingen en misverstanden te voorkomen;
- 1.2. De gedragsregels altijd en overal van toepassing zijn binnen projecten;
- 1.3. Een kenmerk is van professioneel werken;
- 1.4. Een werkwijze is waarmee ProRail goede ervaringen opdoet binnen de huidige complexe werkomgeving van infrastructurele projecten.

### 2. Systems Engineering:

- 2.1. Een werkwijze is, bedoeld om uitgaande van de vraag- of doelstelling en aan de hand van het hieruit afgeleide Programma van Eisen efficiënt en doelgericht objecten en producten te ontwikkelen, die voldoen aan de vraag- of doelstellingen;
- 2.2. Gezien kan worden als een hulpmiddel voor de Directie Zuid-Holland voor:
  - Het opstellen van een Programma van Eisen;
  - Het oplossen van knelpunten in de huidige projectomgeving op het gebied van: beheersing van de projectscope, het vooraf inzichtelijk kunnen maken van wijzigingen, het achteraf kunnen wijzigen van wijzigingen, projectcontinuïteit;
- 2.3. Het werken met een Programma van Eisen en het toetsbaar handelen, overeenkomstig de gedachte van Professioneel Opdrachtgeverschap binnen Rijkswaterstaat ondersteunt;
- 2.4. Bijdraagt aan integraal projectmanagement en de projectondersteunende processen: kwaliteitsmanagement, externe kwaliteitsborging en kennismanagement;
- 2.5. Een invulling geeft aan het onderdeel "Management van Processen" van het INK-model;
- 2.6. Het gebruik van de hulpmiddelen van Systems Engineering (boomstructuren, traceerbaarheidsmatrices, verificatiematrices en configuratie management) van Systems Engineering al snel niet meer mogelijk is zonder ICT-ondersteuning;
- 2.7. De projectobjectenboom van Systems Engineering gezien wordt als de schakel vormt tussen kansrijke ICT-initiatieven die automatisering van de projectuitvoering mogelijk maakt;
- 2.8. Het gebruik van de hulpmiddelen binnen projectfasen met onduidelijke vraag- of doelstellingen kan leiden tot veel arbeidsintensieve administratieve handelingen (bureaucratisering);
- 2.9. Te veel aandacht voor de methodiek en het gebruik van de hulpmiddelen kan leiden tot:
  - Het uit het oog verliezen van de projectdoelen en een gevoel kan geven van schijnbaar goed handelen;
  - Doorslaan in structureringen, waardoor strak omlijnde werkkaders ontstaan met weinig vrijheidsgraden die de medewerkers het gevoel kunnen geven dat persoonlijke verantwoordelijkheden worden ontnomen;
- 2.10. Naast ICT-ondersteuning, checklijsten, handleidingen, "best practices" en vaste aanspreekpunten voor ondersteuning van medewerkers en ondersteuning van het management voorwaarden zijn voor het gebruik van Systems Engineering;

---

2.11. Alleen geleidelijke invoering via pilot projecten mogelijk is en voldaan moet zijn aan de voorwaarden voor gebruik: het gebruik van de werkwijze door alle intern/extern betrokken partijen, inhoudelijk vakbekwame en ervaren medewerkers, vaste aanspreekpunten binnen de organisatie voor ondersteuning, goede hulpmiddelen (checklijsten, handboeken etc.) en ICT-ondersteuning;

## **7.2 Aanbeveling**

Zoals blijkt uit deze verkennende studie zijn Expliciet Werken en Systems Engineering zeer algemene en breed geformuleerde werkwijzen en krijgen pas betekenis en gaan leven binnen projecten. Expliciet Werken en Systems Engineering zijn daardoor niet te leren zijn uit handboeken of door het sturen van medewerkers naar cursussen, maar door het te doen!

---

## Bijlage 1 Literatuur

---

- 1 Bouwdienst., Babylonisch Ontwerpen, juli 2002
- 2 Bouwdienst, Inventarisatie functioneel specificeren binnen de Bouwdienst, februari 2003
- 3 Bouwdienst, Van opdracht tot een ontwerp gereed voor uitvoering, januari 2003
- 4 Callanish B.V. Consultants & Projectmanagers, Expliciet Werken "Programma van Eisen met Systems Engineering", December 2002
- 5 Department of Defense, Systems Engineering Fundamentals, December 1999
- 6 Doorn van B, P. Spierings, Kwaliteitsborging en samenwerken in de Civiele Bouw, augustus 2001
- 7 Hertogh M., Belangen bij complexe infrastructurele projecten
- 8 INCOSE Systems Engineering Handbook, versie 2.0, Juli 2000
- 9 Kuiper P., Cursusboek inleiding productmodelleren, september 1991
- 10 Lamers M., Handboek specificeren "Spec. voor een spec.", maart 2001
- 11 Meijer N., Innovatie van de kennisstructuur in een veranderende Bouwdienst, document BSRAP-R-02038, September 2002
- 12 Plan van Aanpak PAIS in de bouw van Infra, Januari 2003
- 13 UML For Systems Engineering, Request For Proposal, Januari 2003
- 14 Tweede Kamer, vergaderjaar 2001-2002, kamerstuk 28070



---

## Bijlage 2 Begrippenlijst

.....

| Begrip                  | Omschrijving   |
|-------------------------|--|
| Configuratie management | Technische en administratieve discipline die verantwoordelijk is voor configuratiebeheersing |
| Eis                     | Een beschrijving van een oplossingsvrije in de vorm van een enkelvoudige gebiedende zin      |
| Programma van Eisen     | Een gestructureerd verzameling van specificaties.  |
| Object                  | Een fysiek tastbaar onderdeel van het totaal te ontwikkelen geheel                           |
| Objectenboom            | Een gestructureerde verzameling van de te ontwikkelen objecten                               |
| Specificatie            | Een verzameling van eisen.   |

---

## Bijlage 3 Vragenlijsten interviews en beknopte antwoorden

---

### Vragenlijst Expliciet Werken Projectbureau A4 / DZH

#### I. Problemen en behoeften:

1. Wat zijn volgens u de knelpunten binnen uw projecten?
2. Hoe zijn deze problemen volgens u ontstaan?
3. Waar heeft u nu, gezien de huidige situatie, het meest de behoefte aan?
4. Welke vergelijkbare en andere knelpunten ziet u binnen projecten van uw collega's?
5. Welke veranderingen en ontwikkelingen binnen RWS ziet u die in de toekomst mogelijk nieuwe knelpunten kunnen vormen?
6. Waar heeft de organisatie volgens u de meeste behoefte aan?

#### II. Verbeteracties:

1. Hoe denkt u de door u geschetste problemen op te lossen?
2. Hoe denkt de organisatie de geschetste (project overstijgend) problemen op te lossen?
3. Kunt u hierin onderscheid maken tussen korte termijn en lange termijn acties?

#### III. Ervaring met Expliciet werken (specifiek voor medewerkers van Projectbureau A4)

1. Hoe denkt u over Expliciet Werken/Systems Engineering, zoals dat nu binnen Projectbureau A4 toegepast wordt?

---

## Vragenlijst Expliciet Werken externe deskundigen

### I. Wat is Expliciet Werken?

1. Wij vinden Expliciet Werken een containerbegrip en denken dat het de volgende elementen bevat:
  - a. Expliciet communiceren (interne en externe communicatie);
  - b. Projectinformatie structuren (informatiebeheersing);
  - c. Expliciet vastleggen processen en kennis (kennismanagement);
  - d. Generiek engineeringproces;
  - e. Projectmatig werken;
  - f. Kwaliteitsbeheersing (ISO-certificering);Wat vindt u van onze stelling? Hoe zou volgens u deze lijst eruit moeten zien en waarom? Kunt u ook hieraan een prioritering toekennen van belangrijkheid?
2. Er zijn veel verschillende definities voor EW in omloop. Welke definitie spreekt u het meeste aan en welke elementen hierin vindt u het belangrijkste?
3. Is EW volgens u een uitontwikkelde methodiek? Welke veranderingen verwacht u op korte termijn en welke verbeteringen zijn persé noodzakelijk?

### II. Ervaringen met Expliciet Werken?

1. Binnen welke projecten wordt EW toegepast en wat is uw rol hierin?
2. Hoe ervaart u zelf EW?
3. Hoe ervaart de organisatie EW (in de lijn en in de projecten)?
4. Welke positie heeft Expliciet Werken (EW) binnen de organisatie? (juniors versus seniors)?
5. Hoe wordt EW gedragen door het management?
6. Hoe gaat uw organisatie om met EW bij uitbestedingen (categoraal en integraal)?
7. Wanneer zou u EW wel gebruiken en wanneer niet?
8. Wat zijn de valkuilen van EW?

### III. Waarom Expliciet Werken?

1. Hoe bent u en uw organisatie met EW in aanraking gekomen?
2. Wat was de reden (problemen/behoefte/voorschriften) om EW in te voeren?
3. Waar draag EW het meest aan bij?
4. Hoe kijkt u nu zelf en uw organisatie tegen EW aan?
5. Voldoet EW aan de verwachtingen en waarom zou u en de organisatie hiermee verder willen doorgaan?

### IV. Gevolgen van Expliciet Werken?

1. Wat betekent EW voor de dagelijkse werkzaamheden en sociale omgang van de medewerkers?
2. Wat zijn de baten en lasten van EW? Is dit kwantificeerbaar?
3. In hoeverre vormt EW een beperking voor de creativiteit van mensen?
4. Leidt het geheel tot een star bureaucratisch geheel? Hoe flexibel is EW (het kunnen anticiperen op plotselinge veranderingen)?

### V. Randvoorwaarden voor Expliciet Werken?

1. Wat zijn de organisatorische randvoorwaarden om EW in te voeren (trekkers, ondersteuning, opleidingen)?
2. Welke hulpmiddelen zijn hiervoor vereist (handboeken, ICT-ondersteuning)?
3. Welke competenties vereist het van de projectmedewerkers (verantwoordelijken en uitvoerenden)?

**Tabel beknopte antwoorden medewerkers Projectbureau A4 en Directie Zuid-Holland**

| Trefwoorden antwoorden |   |  |                                       |  |  |   |
|------------------------|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| Vraag                  |   | DZH-TXE                                    | DZH-TXM                               | Projectbureau A4                         | Projectbureau A4                       | BD-WB   |
| Nr                     |   | Ab de Vos/Nick Willemsen                   | Ad Hekker                             | Ro Gobind                                | Jeannette Kamerman                     | Peter Meesen                                  |
| I.1                    | 1 | Projectomvang                              | Projectrisico's                       | Uitdijende projectomvang                 | Projectomvang                          | Ontoereikend "Programma van Eisen"            |
|                        | 2 | Verschil vraagstelling en eindproduct      | Verschil vraagstelling en eindproduct | Onverantwoord stijgende kosten           | Verschil vraagstelling en eindproduct  | Onduidelijke vraagstelling                    |
|                        | 3 | Projectaanpak                              | Projectaanpak                         | Onduidelijke afspraken                   | Nauwkeurigheid kostenramingen          | Projectaanpak                                 |
|                        | 4 | Overschrijdingen (geld en tijd)            | Onvoldoende stuurmiddelen             | Vakinhoudelijke kennis en ervaring       | Tijdsoverschrijdingen                  |   |
| I.2                    | 1 | Vastleggen van informatie                  | Onvoldoend (technische) voorbereiding | Beheersing projectomvang                 | Onvoldoende zakelijkheid               | Innovatieve contracten                        |
|                        | 2 | Projectstructurering                       | Tijdstip contractvorming              | Mondelinge afspraken                     | Communicatie                           | Design & Construct contracten                 |
|                        | 3 | Communicatie                               | Vrijheid opdrachtnemer                | Vakinhoudelijke kennis en ervaring       |  |   |
|                        | 4 | Innovatief aanbesteden                     |                                       |  |  |   |
|                        | 5 | Taakstellend budget                        |                                       |  |  |   |
| I.3                    | 1 | Methodiek beheersing projectomvang         | Volledig afronden ontwerp             | Zakelijke aanpak (afsprak = afspraak)    | Zakelijkheid                           | Procedures/voorschriften                      |
|                        | 2 | Methodiek structurering projectinformatie  | Andersoortige contracten              |  | Heldere en duidelijke communicatie     | Voorbeelden gebruik SE in GWW-sector          |
|                        | 3 |  |                                       |  |  | ICT-hulpmiddelen                              |
| I.4                    | 1 | Projectomvang                              | Contractvorming na ontwerp            | Uitdijende projectomvang                 | Beheersing van de projectomvang        | Externe kwaliteitsborging (verificatiematrix) |
|                        | 2 | Vraagstelling en eindproduct               | Project bepaalt contractvorm          | Onverantwoord stijgende kosten           |  | Overdracht van projectkennis                  |
|                        | 3 | Projectaanpak                              |                                       | Onduidelijke afspraken                   |  | Looptijd van projecten                        |
|                        | 4 | Overschrijdingen (geld en tijd)            |                                       | Vakinhoudelijke kennis en ervaring       |  |   |
|                        | 5 |  |                                       |  |  |   |
| I.5                    | 1 | Innovatief aanbesteden                     |                                       | Innovatief aanbesteden                   | Baten/lastenstelsel                    | Looptijd van projecten                        |
|                        | 2 | Taakstellend budget                        |                                       | Interne borging vakinhoudelijke kennis   | Stuurmiddelen innov. aanbestedingen    | trage besluitvormingsprocessen                |
|                        | 3 |  |                                       | Cultuurverandering                       |  |   |
| I.6                    | 1 | Methodiek beheersing projectomvang         | Innovatief aanbesteden                | Zakelijke overeenkomsten met externen    | Zakelijkheid                           |   |
|                        | 2 | Methodiek structurering projectinformatie  | Borging vakinhoudelijke kennis        | Interne borging vakinhoudelijke kennis   | Heldere en duidelijke communicatie     |   |
|                        | 3 | Werken met "Programma van Eisen"           | Nieuwe contractenvormen               | Motivering personeelsleden               |  |   |
|                        | 4 | Functioneel Specificeren                   |                                       |  |  |   |
|                        | 5 |  |                                       |  |  |   |
| II.1                   | 1 | Vastleggen van afspraken en eisen          | Projectorganisatie en structuur       | Betere voorbereiding bij uitbesteding    | Expliciet communiceren                 | Expliciet Werken                              |
|                        | 2 | Onderhouden van afspraken en eisen         | Eerst ontwerpen en daarna contract    | Direct vastleggen van afspraken en eisen |  |   |
|                        | 3 | Helder/duidelijk communiceren (doorvragen) |                                       |  |  |   |
| II.2                   | 1 | Methodiek beheersing projectomvang         |                                       | Zakelijke aanpak extern en intern        | Beheersing projectomvang               |   |
|                        | 2 | Methodiek structurering projectinformatie  |                                       | Traceerbaarheid van projectinformatie    | Communicatie                           |   |
|                        | 3 | Werken met "Programma van Eisen"           |                                       |  | Zakelijkheid                           |   |
|                        | 4 | Functioneel Specificeren                   |                                       |  |  |   |
| II.3                   | 1 |  |                                       |  |  | Expliciet Werken                              |
| III.1                  | 1 |  |                                       | Betere (gestructureerde) documentatie    | Bevordert de zakelijkheid              | Kwaliteitsverbetering                         |
|                        | 2 |  |                                       | Consequenties wijzigingen/uitbreidingen  | System Engineering niet altijd nodig   |   |
|                        | 3 |  |                                       | Duidelijkere afbakening projectomvang    | System Engineering alleen indien nodig |   |
|                        | 4 |  |                                       | Niet alles functioneel specificeren      |  |   |
|                        | 5 |  |                                       | Snellere en betere projectoverdracht     |  |   |

Tabel beknopte antwoorden deskundigen

|       | Trefwoorden antwoorden   |   |   |
|-------|--|---|---|
| Vraag | Arcadis  | RIB   | Bouwdienst  |
| Nr    | Martijn de Ruiter  | Hein de Jong  | Peter Meesen  |
| I.1   | 1 Containerbegrip met volgende elementen:<br>1)Expliciet communiceren<br>2)Expliciet vastleggen van processen en kennis<br>3)Structuren van informatie   | Geen containerbegrip;<br>Expliciet communiceren   | Containerbegrip met alle elementen:<br>Expliciet communiceren;<br>Structuren van informatie;<br>Generiek Engineeringsproces;<br>Projectmatig werken;<br>Kwaliteitsbeheersing; |
|       | 2 EW kan een invulling zijn voor projectmatig werken en kwaliteitsbeheersing   |   | Toevoegen elementen Risicomanagement en wijzigingsbeheer  |
| I.2   | 1 Eenduidig communiceren   | Expliciet communiceren  | Projectmatig werken   |
|       | 2  | Projectbeschaving   | Helder en gestructureerd communiceren   |
| I.3   | 1 EW/SE is nieuw voor de GWW   | EW/SE is nieuw voor de GWW  | EW/SE is nieuw voor de GWW  |
|       | 2 Invulling van EW/SE voor GWW ontbreekt   | EW/SE implementatie voor GWW ontbreekt  | Geen handleidingen, voorschriften/procedures  |
|       | 3 Geen handleidingen, voorschriften/procedures   | Geen begrippenlijst   | Geen ICT-hulpmiddelen   |
|       | 4 Geen ICT-hulpmiddelen  | Hulpmiddelen/standaards zullen spoedig volgen   |   |
| II.1  | 1 VERA   | VERA  | Tweede Maasvlakte   |
|       | 2 Hanzelijn  | NSP   | Maaswerken  |
|       | 3 NSP  | KRA   |   |
|       | 4  | Spoorverdubbeling Amsterdam-Utrecht   |   |
| II.2  | 1 Goed; maar er zijn altijd "start"problemen aan het begin van een project:<br>1) Onvoldoende doordachte structuren;<br>2) Impliciete kennis;<br>3) Onvolledige eisen;<br>4) Dynamiek van eisen;<br>5) Onduidelijke systemeisen; | Goed; wil niet meer anders  | Goed; wil niet meer anders  |
| II.3  | 1 Kleine aanpassingen huidige werkwijze  | Successstory; met weinigen mega-projecten doen  | Goed; is opgenomen in het afdelingsplan   |
|       | 2 Kan leiden tot doelloze bureaucratie   | Trage olievlek werking  |   |
|       | 3 Kwaliteit specificaties nog ontoereikend   | Mensen hebben niet alle competenties in huis  |   |
|       | 4  | Vereist discipline en roept weerstand op  |   |
| II.4  | 1 Houvast voor juniors; senior zijn sceptisch  | Juniors pakken het snel op  | Juniors weten niet beter en doen het gewoon   |
|       | 2 Geen fouten door te grote stappen van seniors  | Seniors hebben er moeite mee  | Seniors zien het nut, maar roept weerstand op   |
|       | 3 Dwingt nauwkeurigheid en systematiek af  | Kruisbestuiving door gedwongen samenwerking   |   |
|       | 4 Zet seniors aan tot zorgvuldig handelen  |   |   |
|       | 5 Motivatie kan delen door papierwerk/systemen   |   |   |
| II.5  | 1 Positief en zien de noodzaak ervan in  | Voeren een actief beleid op dit gebied  | Positief; is nu onderdeel van het afdelingsplan   |
|       | 2 Stroomlijning is noodzakelijk  |   | Verdere uitwerking is noodzakelijk  |
| II.6  | 1 Nog geen ervaringen mee opgedaan   | Verbeterd professioneel opdrachtgeverschap  | Nog geen ervaringen mee op gedaan   |
| II.7  | 1 EW altijd;   | EW altijd   | EW altijd   |
|       | 2 SE pas nadat project stabiel is en omvang heeft  | SE alleen als project complex is  | SE afhankelijk van complexiteit en afbreukrisico  |
|       | 3 Kengetallen:<br>1) aantal projectmedewerkers > 10<br>2) projectduur > 1/2 jaar;<br>3) aantal objecten > 25;<br>4) aantal disciplines > 3;  | Kengetallen:<br>1) aantal projectmedewerkers > 2;<br>2) projectduur > 2 maanden;<br>3) aantal objecten > 1000;<br>4) aantal disciplines > 2;<br>5) aantal tekeningen > 2;<br>6) kosten > 50.000 | Kengetallen:<br>1) aantal projectmedewerkers > 10;<br>3) aantal raakvlakken tussen objecten > 2;<br>4) aantal disciplines > 2;  |
| II.8  | 1 Inflexibiliteit  | Rubbish in = Rubbisch out   | Te veel overleg met te veel mensen  |
|       | 2 Slagvaardigheid  | Koesteren van het systeem ipv projectdoel   | Volledige medewerking van iedereen  |
|       | 3 Bureaucratisering  | Te snel inzetten van zware SE middelen  | Koesteren van het systeem ipv projectdoel   |
|       | 4 Suboptimalisatie   | Suboptimalisatie  |   |

## Vervolg tabel beknopte antwoorden deskundigen

|       | Trefwoorden antwoorden                              |   |   |
|-------|---|---|---|
| Vraag | Arcadis   | RIB   | Bouwdienst                                      |
| Nr    | Martijn de Ruiter                                   | Hein de Jong  | Peter Meesen                                    |
| III.1 | 1 Via opdrachtgever RIB                             | Intern RIB  | Via RIB   |
| III.2 | 1 Sloot aan op reeds lopende interne verbeteracties | Scopebeheersing   | Ontoereikend Programma van Eisen                |
|       | 2 Uitgroei van EW tot volwaardig adviesproduct      | Budget/tijdsoverschrijdingen door scope   |   |
|       | 3   | Verantwoording van budget/tijdsoverschrijdingen   |   |
|       | 4   | Verzelfstandiging van overheidstaken  |   |
| III.3 | 1 Traceerbaarheid van projectinformatie             | Interne en externe samenwerking   | Kwaliteitsverbetering                           |
|       | 2 Eenduidig communiceren                            |   | Afstemming tussen opdrachtgever en -nemer       |
|       | 3 Hergebruik van specificaties                      |   |   |
| III.4 | 1 Meer voordelen dan nadelen; doorgaan              | Wil niet anders meer  | Meer dan goed; doorgaan                         |
| III.5 | 1 Doorgaan  | Doorgaan  | Doorgaan  |
|       | 2 Verfijnen van bestaande eisen                     | Beschaving is niet te meten; onbekend   |   |
|       | 3 Opstellen van standaards                          |   |   |
|       | 4 Ontwikkelen tot een verkoopbaar adviesproduct     |   |   |
| IV.1  | 1 Strak omlind werkkader (minder vrijheidsgraden)   | Eerst structuren dan pas inhoud geven   | Meer voorbereidingstijd                         |
|       | 2 Minder uitdagend werk en minder samen werken      | Meer gegevens vastleggen  | Keurslijf/betutteling                           |
|       | 3 Houvast voor juniors                              | Heldere taakverd. en duidelijke verantwoordelijkh.  |   |
|       | 4 Zet seniors aan tot zorgvuldig handelen           | In complexe expliciete omgeving:<br>1) efficiënte communicatie;<br>2) Goede sfeer;<br>3) Lerende organisatie;<br>4) Alleen stress door veel beheersbaar werk; |   |
|       | 5 Heldere en duidelijk taakstelling                 |   |   |
| IV.2  | 1 Vooralsnog niet kwantificeerbaar                  | Vooralsnog niet kwantificeerbaar  | Vooralsnog niet kwantificeerbaar                |
|       | 2 Nu nog ca. 10% hogere engineeringkosten           | Betere beheersing projectomvang   | Kost meer voorbereidingstijd                    |
|       | 3   | Direct beschikking over juiste informatie   | Tijdwinst in vervolgfasen is nog onduidelijk    |
|       | 4   | Vergroot de voorbereidingstijd  |   |
| IV.3  | 1 Vermindert; zeker bij omgevingsvraagstukken       | Blijft hetzelfde, als EW/SE goed wordt toegepast  | Nee; kan zelf bevorderend werken                |
| IV.4  | 1 Mist niet goed toegepast zijn dit valkuilen       | Niet star   | Nee; uiterst flexibel                           |
|       | 2 Minimaliseer het papierwerk en de systemen        | Voor sommigen wel anderen niet  | (ICT) hulpmiddelen veroorzaken inflexibiliteit  |
|       | 3   |   | Bureaucratisering door koesteren van het system |
| V.1   | 1 Trekkers  | Trekkers op de werkvloer en bij het management  | Motivatie van alle betrokkenen                  |
|       | 2 Ondersteuning en begeleiding                      | Overtuigingskracht trekkers   | Trekkers op werkvloer en bij het management     |
|       | 3 Opleiding   |   | Handleidingen, voorschriften/procedures         |
|       | 4 Overleg intern en extern                          |   | Promoten door workshops                         |
|       | 5   |   | Regulier overleg                                |
| V.2   | 1 Intranet tbv handboeken, voorschriften/procedures | Handleidingen   | ICT hulpmiddelen                                |
|       | 2 Informatiesystemen voor boomstructuren            | Standaards  |   |
|       | 3 Laatste voor projecten met substantiele omvang    | ICT hulpmiddelen (RDBMS voor boomstructuren)  |   |
| V.3   | 1 Vakinhoudelijke kennis/vaardigheden               | Vakinhoudelijke kennis/vaardigheden   | Vakinhoudelijke kennis/vaardigheden             |
|       | 2 Systeemdenken                                     | Analytisch denkvermogen   | Flexibiliteit                                   |
|       | 3   | Systeemdenken   | Communicatieve vaardigheden                     |
|       | 4   | Nieuwsgierigheid  | Systeemdenken                                   |