

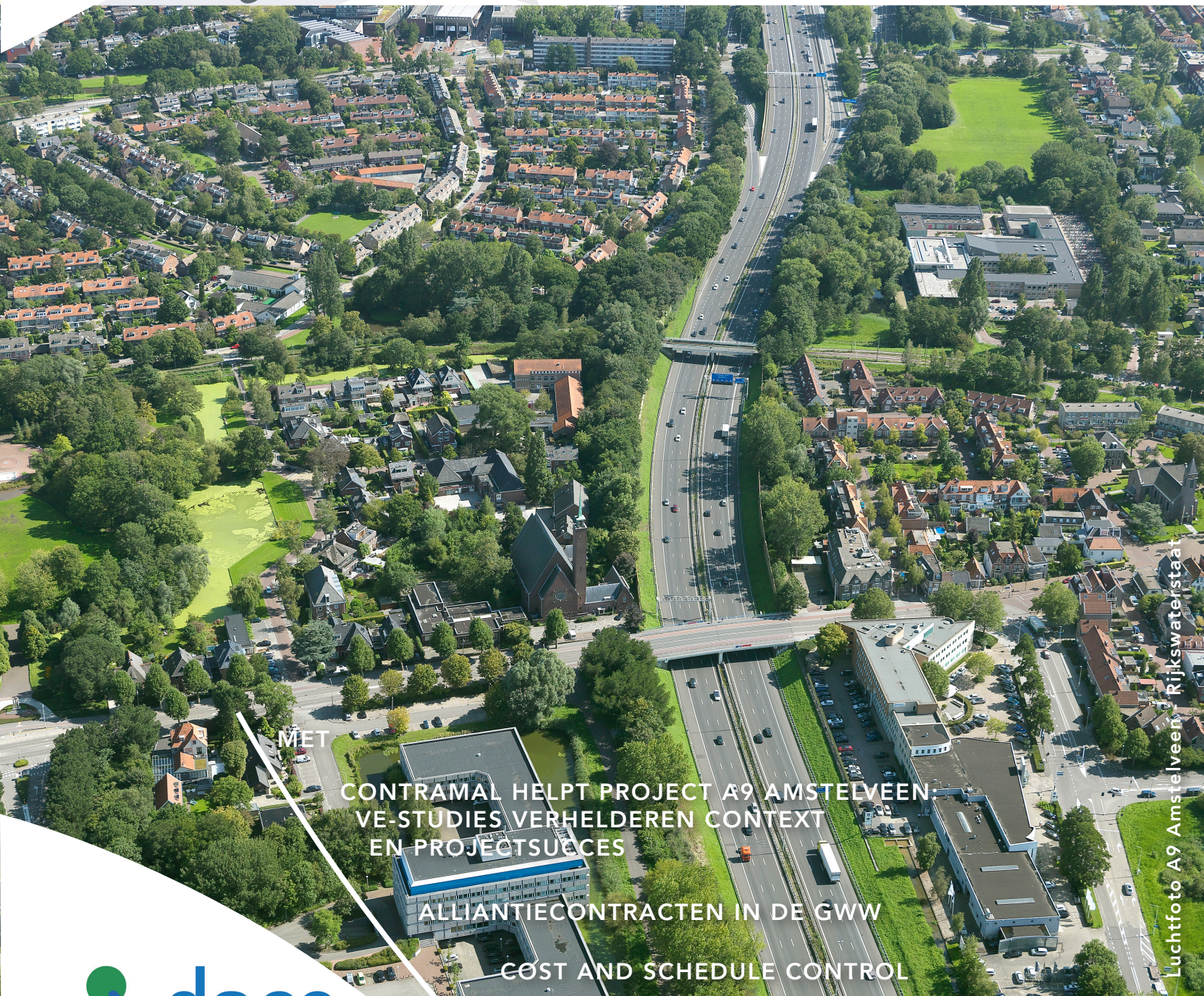
COST and VALUE

VAKBLAD VOOR COST AND VALUE ENGINEERS

JAARGANG 5 - NUMMER 10 - OKTOBER 2016

JOURNAL FOR COST AND VALUE ENGINEERS

YEAR 5 - NUMMER 10 - OKTOBER 2016



MET

CONTRAMAL HELPT PROJECT A9 AMSTELVEEN-
VE-STUDIES VERHELDEREN CONTEXT
EN PROJECTSUCCES

ALLIANTIECONTRACTEN IN DE GWW

COST AND SCHEDULE CONTROL



THE VALUE OF PROBABILISTIC RISK
ANALYSIS FOR VALUE MANAGEMENT

Luchtfoto A9 Amstelveen - Rijkswaterstaat



Kosten- en risicomanagement - Doordacht en doeltreffend

Complexe projecten goed financieel onderbouwen terwijl plannen en risico's voortdurend veranderen, is voor de adviseurs en kostenmanagers van Royal HaskoningDHV dagelijks werk. Zij maken plannen concreet en onderbouwen investeringskosten en levensduurkosten van GWW- utiliteitsbouw- industrieën woningbouwprojecten. U krijgt inzicht in de risico's en de gevolgen daarvan voor besluitvorming. Hiermee kunt u bouwen op betrouwbare gegevens, kostenbewust ontwerpen en nieuwe ontwikkelingen initiëren. De kracht van Royal HaskoningDHV is de bundeling van kennis en de intensieve samenwerking met de collega's om voor de klant het maximale aan kwaliteit en aan slagkracht te bereiken.

Een greep uit onze expertises:

- Kostenramingen en –rapportages – onderscheid projectonderdelen – calculatieprogramma
- Risicoanalyse en –management – identificeren – beheersen
- Schaduwreringen – ontwerpfasen – contracten
- Planeconomisch prijzenboek – basismodel grondexploitatie – aanleg en beheer
- Coaching kostenramingmethodiek – maatwerkopleiding
- Kostenbewakingssysteem (Jura) – projectinvloeden doorrekenen - kosten beheersen
- Second opinion



royalhaskoningdhv.com



Kostenraming



Calculeren & begroten



Risicomanagement



Budgetbeheer



Informatiemanagement

Grip op kosten en projecten in de bouw, GWW en industrie

De procesindustrie lijkt sterkt op de bouwsector. In beide markten worden namelijk complexe projecten voor klanten gerealiseerd. Voor het managen daarvan ontdekken steeds meer industriële bedrijven de al decennia bewezen voordelen van onze ibis software. Om alle communicatie en het documentbeheer te stroomlijnen en meer grip te krijgen op kostencalculaties en risicomanagement.

ibis.nl

INHOUD

DACE RUBRIEK 5 ACTUEEL 9

CONTRAMAL HELPT PROJECT
A9 AMSTELVEEN:
VE-STUDIES VERHELDEREN
CONTEXT EN PROJECTSUCCES 10



ALLIANTIECONTRACTEN
IN DE GWW 16



COST AND SCHEDULE CONTROL 20

	Cost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activity 1	€ 5,000	5k									
Activity 2	€ 10,000		10k								
Activity 3	€ 25,000										

THE VALUE OF PROBABILISTIC RISK
ANALYSIS FOR VALUE MANAGEMENT 24



WE PLAATSEN GRAAG
ARTIKELEN VANUIT
HET WERKVELD

Wilt u als professional een artikel publiceren in het vakblad COSTandVALUE of heeft u interesse in het schrijven van een artikel, neem dan contact op met de uitgever via info@uitgeverijeducom.nl of via 010 - 425 65 44

LINKS

Nationaal

- cbs.nl** Centraal Bureau voor de Statistiek
crow.nl Kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte
dacepricebooklet.com
DACE Price Booklet - Independent cost estimate data for the process industry
incose.nl De International Council on Systems Engineering (INCOSE)
nen.nl NNI Nederlands Normalisatie Instituut
nesma.nl Ned. Software Metrieken Associatie
nvbk.nl Ned. Vereniging Bouw Kostendes-kundigen
pao.nl Stichting PostAcademisch Onderwijs Civiele techniek en Bouwtechniek, Vervoerswetenschappen en Verkeers-kunde, Gezondheidstechniek en Milieutechnologie
rvo.nl Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Ondersteunt ondernemers. Met subsidies, zakenpartners, kennis en regelgeving. Bij duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen

Internationaal

- aacei.org** AACE Association for the Advancement of Cost Engineering
acoste.org.uk The Association of Cost Engineers in UK
eci-online.org The European Construction Institute
icaew.com Institute of Chartered Accountants in England and Wales
icoste.org ICEC The International Cost Engineering Council
iceaaonline.com ICEAA The International Cost Estimating and Analysis Association
ipma-nl.nl IPMA-NL (International Project Management Association): de Nederlandse branchevereniging voor projectmanagement. IPMA staat voor verdere professionalisering, herkenning en vooral erkenning van het projectmanagementvak.
pmi-netherlands-chapter.org Project Management Institute (PMI) - Netherlands Chapter
rics.eu Royal Institution of Chartered Surveyors
scaf.org Society for Cost Analysis and Forecasting
value-eng.org Save International, The Value Society
valueforeurope.com Value for Europe (EGB)

COLOFON

COSTandVALUE – jaargang 5 – nummer 10 – oktober 2016

COSTandVALUE is een informatief, promotioneel, onafhankelijk vaktijdschrift dat beoogt kennis en ervaring uit te wisselen, inzicht te bevorderen en belangstelling te kweken voor het vakgebied van Cost Engineers en Value Engineers.



EEN UITGAVE VAN
Uitgeverij Educom

Mathenesserlaan 347
3023 GB Rotterdam
Postbus 25296
3001 HG Rotterdam
Tel. +31 (0)10 425 6544
info@uitgeverijeducom.nl
www.uitgeverijeducom.nl



COSTandVALUE wordt gemaakt m.m.v. DACE (Dutch Association of Cost Engineers). Vakblad COSTandVALUE werkt met een onafhankelijke redactie en redactieraad.

Aanleveren van een artikel? Kijk voor auteursinstructies op <http://tinyurl.com/bkkg9o7>
Deadline editie nr. 11 COSTandVALUE: 30 november 2016.

UITGEVER/BLADMANAGER

Robert P.H. Diederiks

REDACTIE

Diederiks, Robert
Lammerste, Hans
Rol, Ir. Arno
Loeve, Ir. Ruud
Valk-Struik, ing. Carmen

REDACTIERAAD

Antoine, Drs. Ing. Ed *Senior Kostenskundige RoyalHaskoningDHV*
Bakker, Prof. Dr. Hans *TU Delft / afd. GITG*
Gesink, ing. Martijn *Kostenmanager Noordzuidlijn, KODOS BV*
Koster, ing. Martijn *Regional Estimating Manager, Fluor Amsterdam*
Kuijvenhoven, Drs. Jarno *Project Control Manager, DSM*
Ramdien, Ir. Anand *Rijkswaterstaat*
Rensen, Ing. Jos *Cost Engineer, Akzo Nobel Projects & Engineering B.V.*
Spitteler, Mw. Marion *Directie, Uitgeverij Educom BV*
Vrijling, Prof. Drs. Ir. Han *TU Delft / afd. CITG*

COVER

Luchtfoto A9 Amstelveen - Rijkswaterstaat.

HOOFDSPONSORS



Ambachtsstraat 15, 3861 RH Nijkerk
Tel. +31 (0)33 247 34 55
info@dace.nl www.dace.nl

FLUOR

Fluor B.V.

Taurusavenue 155, 2132 LS Hoofddorp
Tel. +31 (0)23 543 24 32
info@fluor.com www.fluor.com

SUB-SPONSORS



Tebodin Netherlands B.V.

Laan van Nieuw Oost-Indië 25
2593 BJ Den Haag T +31 (0)70 348 0911
denhaag@tebodin.com www.tebodin.com



Kosten- en risicomanagement
Onderdeel van de
Business Unit Infrastructuur
Postbus 1132, 3800 BC Amersfoort
www.royalhaskoningdhv.com

DBFM: '30 JAAR KWALITEIT IN PLAATS VAN 5 JAAR GARANTIE'

Met het toenemend besef van integraal denken en doen op levenscyclusbasis, wint de rol van de cost engineer steeds meer aan belang. Zo komen bij projecten aanbesteed met behulp van DBFM (Design, Build, Finance and Maintain) ook investeerders, financiers en aandeelhouders in beeld. Hoogwaardige kennis op het gebied van de component Finance, inclusief investerings-, levensduur- en financieringskosten, blijkt allesbepalend voor de levensvatbaarheid van een project.

Voor de SIG GWW was deze ontwikkeling aanleiding op de contactbijeenkomst van 17 maart jl. de effecten van DBFM vanuit verschillende perspectieven nader toe te lichten. Een drietal sprekers van zowel opdrachtgever- als opdrachtnemer-zijde deelden hun ervaringen vanuit civiele projecten en hun visie op dit onderwerp met een gehoor uit meerdere industriesectoren. Binnen de GWW-sector kent men het klappen van de zweep als het gaat om Bouwen en het deel Design. De laatste jaren worden door grotere opdrachtgevers zoals Rijkswaterstaat complexe projecten aanbesteed met behulp van DBFM. Deze contractvorm biedt veel kansen voor het optimaal benutten van de kennis en kunde van de opdrachtnemers - 'cost engineers, daar liggen uw kansen' - en tevens voor een goed beheersbaar project voor de opdrachtgever. Geldstroom, technologie en projectorganisatie krijgen elk een specifieke invulling.

Betalingsmechanisme sturingsinstrument voor goede prestaties

Van product naar prestatie. Dat is volgens Rob Peters, senior financieel economisch adviseur bij RWS, de diepere gedachte achter de F-component

in DBFM. "Een DBFM-contract maakt van een product een dienst. Het zorgt voor de levering van een integrale prestatie, namelijk de beschikbaarheid van infrastructuur. Daarbij moet de opdrachtnemer zelf de activiteiten (ontwerp, bouw, onderhoud) financieren om de te leveren dienst mogelijk te maken. En de opdrachtgever betaalt alleen voor de geleverde prestatie. Daarmee wordt het betalingsmechanisme een sturingsinstrument voor goede prestaties, zoals het behalen van hoge beschikbaarheid voor weggebruiker, onderhoud tijdens verkeersluwe uren, beperking van de maatschappelijke kosten, optimaal life cycle management en voldoen aan vooraf gedefinieerde kwaliteit. De opdrachtnemer is geheel vrij in de wijze waarop het resultaat bereikt moet worden."

De (positieve) effecten aan beide zijden zijn talrijk. De opdrachtgever heeft o.m. baat bij een contract voor de gehele levensduur van het project. De financiering zorgt vanaf de eerste dag voor een juiste risicoverdeling. Daarnaast is er continuïteit in langdurige dienstverlening. En de consequenties van slecht presteren liggen bij de financier. De opdrachtnemer profiteert van stabiele kasstromen bij goede dienstverlening, continuïteit in zijn organisatie en total cost of ownership met ruimte voor innovatie en optimalisatie. "Rol en gedrag van de financier(s) zijn echter cruciaal voor het welslagen van een project", besluit Peters.

Met TOM naar beste oplossing

Alexander Neumann, managing director HOCHTIEF PPP Solutions Netherlands, nam het DBFM-project SAAone van Rijkswaterstaat (A1/A6 - Schiphol-Amsterdam-Almere) als uitgangspunt voor zijn 'verdieping' van de F-compo-

nent, namelijk die van het effect op technologische oplossingen. "De opdrachtgever definieert de scope, functie, kwaliteit en andere belangrijke aspecten van het project. Met daarnaast betalingsregeling, beoordelingscriteria en boeteregeling. Voor het overige is de (potentiële) opdrachtnemer aan bod. Deze bestudeert de criteria en ontwikkelt - in samenspraak met de klant - een Trade Off Matrix (TOM). Dat is een design-georiënteerde tool, waarmee je in staat bent om alternatieve (technische) oplossingen in onderlinge samenhang te vergelijken met betrekking tot bepaalde kenmerken (CAPEX, OPEX, beschikbaarheid, voltooiing, risico, financiering e.d.). Daar rolt dan de winnaar uit: de meest voordeligste oplossing (LCC)." Als praktisch voorbeeld in de afweging CAPEX-OPEX-Beschikbaarheid noemt Neumann een bredere vlucht/pechstrook langs een autoweg. "De extra investering in meer bouwkosten valt ruim weg tegen lagere maatschappelijke- en onderhoudskosten (minder rijbaanafsluiting bij pech of maaien en minder maaiooppervlak in de berm)." Hoewel HOCHTIEF qua aanbestedingsprocessen wereldwijde ervaring heeft, treft Neumann in ons land een goede voedingsbodem aan voor DBFM. "In de relatie opdrachtgever/opdrachtnemer vormt de tenderfase een echte testfase. Het komt aan op meer en vroegtijdige inzet van kennis en kunde; integrale aanpak en 'best for project'-benadering; focus op de lange termijn en niet alleen op de bouw; kennis van techniek, financiering, contracten en de samenhang ervan alsmede samenwerking en vertrouwen. Zo kun je de basis leggen voor 30 jaar kwaliteit leveren in plaats van 5 jaar garantie. Randvoorwaarden

zijn wel een professionele invulling van QA/QC- en Verificatie en Validatie (V&V)-processen. Een project kan alleen winstgevend zijn als in alle fases van het project op topniveau gepresteerd wordt!”

Veelzijdige instelling noodzaak

Een andere aanpak is volgens Mark Wehrung, manager Infrabeheer Ballast Nedam, een understatement wil je succesvol meedingen naar een DBFM-contract. “Zet rigoureuus het traditionele aannemersdenken overboord, anders maak je geen kans. Out of the box, daar gaat het om. De lifecycle component wordt écht belangrijk: verschuiving van levensduurbeschouwingen naar onderhoud

integraal aanbieden. De ontwerp-focus verschuift van zo goedkoop mogelijk realiseren naar zo goedkoop mogelijk over (een groot deel van) de levensduur. Ook uitdagende vragen komen langs: hoe ga je om met kennisborging als gevolg van personeelwisselingen iedere 3 tot 5 jaar; en hoe met onzekere factoren in de toekomst, zoals indexeringsmandje, technologische ontwikkelingen, degradatiemodellen etc.”

Deze nieuwe manier van denken en doen vraagt brede inzet van expertise op een groot aantal terreinen. “Naast civiele bouwer en installateur ben je ook softwareontwikkelaar, opleidingsinstituut, regisseur, vergunningen-expert, specialist verkeershinder en verkeers-hinderbeleving als ook

omgevings-manager. Dus bedenk vooraf goed welke expertise cruciaal is. Integraal werken vraagt continue aandacht, met name ook van de soft skills. Het keuzeproces van alternatieve ontwerp oplossingen raakt meerdere disciplines, waarbij de afronding van de TOM veel afstemming en tijd kost. En, tenslotte, onderschat niet de verschillen tussen een projectorganisatie en een onderhoudsbedrijf. Dat zijn de belangrijkste lessons learned die ik u als toekomst gerichte cost engineers graag meegeef. DBFM plaatst het vakgebied cost engineering in een heel ander daglicht.” ■

VALUE ENGINEERING: SLEUTEL TOT INNOVATIEF ONTWERPEN EN DUURZAAMHEID

Elke dag naar je werk gaan om opnieuw te beginnen. Het lijkt een vreemde gedachte, maar met deze instelling blijf je wel koploper in je vakgebied of markt. Die meerwaarde zit onbetwistbaar in Value Engineering (VE). Zo bleek tijdens de DACE-contactbijeenkomst op 2 juni, waar duidelijk werd waarom vooraanstaande Nederlandse bedrijven in de maakindustrie deze vaak nog onderschatte discipline in hun ontwerpprocessen toepassen.

De drie, door de Special Interest Groups Value Management (VM) en Cost Engineering Machinebouw en Maakindus-

trie (CEMM), uitgenodigde sprekers brachten theorie en praktijk van VE op diverse manieren voor het voetlicht. Bij Philips is VE inmiddels ontwikkeld tot Design for eXcellense (DfX) en integraal in het bedrijfsproces verankerd, zo vertelde Per Mans, DfX Coach bij Philips Procurement. “Dat is niet zonder slag of stoot gegaan, maar de uitdagingen op topniveau zijn zo groot dat je VE wel moet toepassen om je targets echt te (kunnen) halen. Zodra dat besef bij het management geland is, is de weg vrij voor constante verbetering, niet alleen van producten, maar ook van bedrijfsprocessen en projecten.”

Manier van denken

Mans legde uit dat DfX-teams meedoen in elk ontwikkelproces. “Ze vormen een adviserende laag tussen het management van de business unit en procurement. Multi-disciplinaire teams werken samen in het vinden van balans tussen kwaliteit, waarde en kosten. Met een bonus als beloning. Zo wordt bij een product als een huishoudelijk product niet alleen gekeken naar de kleur, maar ook naar hoe de kleur aan te passen is en hoe vaak. Eventueel worden supply chain, inkoopproces en marketing tegen het licht gehouden. Een dergelijke White Spot Analyse levert knoppen op

Value Engineering: ideeëngenerator bij uitstek.



om waarde te creëren.”

Value Engineering is volgens Mans meer dan het woord zegt. “Het is een manier van denken, niet gelieerd aan een product, maar aan het gehele bedrijfsproces. Een uitstekende basis dus voor creativiteit, innovatie en marktleiderschap.”

Ongekende oplossingen

“We hebben oplossingen gevonden voor dingen die we niet konden bedenken”. Met deze cryptische uitspraak begon Theo de Graaff van GKN Aerospace/Fokker. Het illustreerde de voortgang en vooruitgang die in de vliegtuigbouwindustrie door de jaren heen is gemaakt. Als voorbeeld noemde hij brandstofefficiëntie. “Tussen 1960 en nu is die van jetvliegtuigen met tweederde gegroeid. Dat kon onder meer door gewichtsreductie, een van de aspecten waarop VE wordt toegepast. Andere aandachtsvelden zijn Vliegtuig Systeem Optimalisatie, Functie Integratie,

Vliegveiligheid (integriteit), Produceerbaarheid en Inspired by Nature.

Door alle ‘uitvindingen’ dalen de transportkosten constant, hetgeen steeds meer rendement oplevert. Al was dat

“Schep gezamenlijke doelen. Dat is de sleutel om Value Engineering op gang te brengen.”

niet het primaire doel, want altijd staat functionaliteit voorop, vanuit transportoogpunt en tegenwoordig ook vanuit de passagier. Denk aan cabinedruk en luchtvochtigheid.”

In functie-integratie, waarbij verschillende componenten samensmelten tot één geheel en daarna functioneren op een hoger niveau, zitten vaak ‘winstpakkers’ verborgen, zo heeft De Graaff ervaren. “Er komen ongekende oplossingen in beeld. Glass Reinforced Aluminium is daar een voorbeeld van. Met als resultante hogere functionali-

teit door lager gewicht, lagere kosten door minder onderdelen en eenvoudiger te onderhouden systemen. ‘Inspired by nature’ leidt tot organisch open structuren, waarbij gewichtsbesparingen zich vertalen in minder materiaal- en brandstofverbruik. Daarmee is VE een zeer geëigend vehikel om Sustainable Aviation te realiseren.”

Persoonlijke verrijking

Hein de Jong van Value FM Consultancy bracht VE tot leven aan de hand van een praktijkcase uit de DACE-workshop Value Engineering/ Value Management. Het bedrijf van Hendriks Coffee Comfort - koffie, machines, onderhoud en reparatie - was slachtoffer en winnaar tegelijk. De Jong liet zien wat het VE Job Plan allemaal onthuld had. “Deze werkwijze kent de volgende fases: informatieverzameling, functie-analyse, ideeënbrainstorm, evaluatie, ontwikkeling en eindpresentatie. De informatie-



fase kun je zien als een doorlichting van het bedrijf. Eerste indruk, uitstraling (naambord, gevel, gebouw extern en intern), koffiekwaliteit, enz. Een kwestie van heel veel en tegelijk de goede vragen stellen. Dat vraagstormen past de zusterorganisatie van DACE ook toe in haar NAP-Inn Innovatiebooster Workshop."

De functie-analyse bleek een openbaring. "Zo was nog nooit naar de producten gekeken", moest de ondernemer erkennen. "De brainstorm verbaasde aan de andere kant, omdat er een niet te stuiten vloed aan ideeën op gang kwam. Daaruit zijn er 40 geselecteerd als heel interessant. Deze zijn gekoppeld aan een scorelijst (evaluatie), waaruit een set oplossingen is geselecteerd, inclusief een

gegeven en het product zal belangrijke wijzigingen ondergaan in vormgeving en productiewijze."

Dankzij deze bijdragen van de drie VE-experts was de bijeenkomst niet alleen een minicursus VE, ze vormde tegelijk een teaser om zelf aan de slag te gaan met VE. Dat kan in de case-study Medical Mate,

waarbij de vraag is hoe een onderzoekstafel voor medische doeleinden lichter en goedkoper te krijgen? Belangstellenden kunnen zich opgeven bij het DACE-bureau.

VE staat ook centraal in de NAP-Inn Innovatiebooster Workshop. Daar wordt door middel van 'vraagstormen' een groot aantal kanten van een product of productieproces in beeld gebracht. Met veelal innovatieve oplossingen als spinoff. Informatie daarover is ook bij het DACE-bureau te krijgen. ■

Value Engineering is net zo als de zwaartekracht: je ziet het niet, maar het is er wel.

'game changer'."

Voor de ondernemer betekende het gehele proces een 'verrijking van hemzelf'. "De strategische richting van het bedrijf is vorm

DAG JULIUS - WELKOM JAN WILLEM

Nieuwe directeur DACE Jan-Willem Sanders

Na 5 jaar directeurschap van NAP en DACE heeft Julius Freutel afscheid genomen van de rol die hij de afgelopen jaren met veel verve heeft ingevuld. Hij zal weer voltijds als Project Manager bij Fluor aan de slag gaan. Julius heeft met veel plezier en enthousiasme zijn directeurschap inhoud gegeven. In de afgelopen 5 jaar zijn er bij NAP en DACE een groot aantal initiatieven genomen en mijlpalen gerealiseerd.

SIG's

Een aansprekend voorbeeld hiervan is de oprichting van vele nieuwe Special Interest Groups (SIG's). Bij NAP betreft dat de SIG's, Project Management, 2x2 OPEX, Sustainability en bij DACE de SIG's, Cost Engineering Machinebouw & Maakindustrie (CEMM), High Complexity Buildings (HCB), Planning en last but not least de NAP en DACE SIG's Young Professionals.

Opleidingen

Op het gebied van trainingen en workshops heeft Julius zich ingezet voor de NAP Masterclasses Sustainability, de DACE cursussen Essenties van Cost Engineering, Essenties van Project Cost Control en LEAN. Ook heeft hij zich ingespannen voor de ontwikkeling van het professionele groeipad voor Value Managers met de cursussen VM1, VM2 en VM3. Daarnaast heeft hij een groot aandeel gehad bij de heroriëntatie van de nieuwe DACE Certified Cost Engineer 2.0 opleiding.



Julius Freutel, ex-directeur DACE (l) en Jan-Willem Sanders (r) de nieuwe directeur van DACE.

Mijlpalen

Andere mijlpalen waren het 55-jarige NAP Jubileumcongres 'Procesindustrie 2040 – de keten voorbij' (150 deelnemers), de publicatie van NAP Leerstoel MEP boek 'Management of Engineering Projects – People are Key' (inmiddels ruim 1200 verkocht) en het Engelstalige en web-based Prijzenboekje ('Price Booklet 30').

Met de nieuwe logo's en websites voor zowel NAP als DACE heeft Julius een belangrijke bijdrage geleverd aan de vitaliteit van NAP en DACE.

Julius heeft op 1 juli 2016 het stokje overgedragen aan Jan-Willem

Sanders, directeur van Sanders-IMC BV. Wij zijn zeer verheugd dat Jan-Willem het directeurschap van Julius heeft overgenomen en dat hij zijn brede ervaring binnen de procesindustrie (DSM, o.a. Site Manager en Global Manufacturing Director) en als interim manager in de maakindustrie (Groep Machiels, Lely Industries) nu gaat gebruiken ten behoeve van beide stichtingen. Hij zal zich inzetten om NAP en DACE mee op koers te houden en de uitdagingen die er liggen met nieuw elan een zet in de goede richting te geven. Wij wensen Jan-Willem heel veel succes.



IR. I. BOLIER
SENIOR PROJECT-
INGENIEUR GEBIEDS-
ONTWIKKELING,
WITTEVEEN+BOS EN
VICE VOORZITTER SIG
VM, DACE



IR. E.F. HOLTROP
ADVISEUR INFRA-
STRUCTUUR EN
MOBILITEIT,
WITTEVEEN+BOS



IR. A. NOBEL,
PROJECTINGENIEUR
GEBIEDSONTWIKKELING,
WITTEVEEN+BOS

CONTRAMAL HELPT PROJECT A9 AMSTELVEEN VE-STUDIES VERHELDEREN CONTEXT EN PROJECTSUCCES

Samenvatting

De rijksweg A9 doorkruist gemeente Amstelveen momenteel op verhoogd niveau. De A9 wordt in de toekomst verbreed van 2x3 naar 2x4 rijstroken en het tracé wordt verdiept in een open bak. In het ontwerpproces ten behoeve van deze verbreding is Value Engineering toegepast om te onderzoeken of er nog nieuwe goede ideeën zijn voor het project en of alle opties zijn beschouwd. Hierbij is zowel de gebruiksfase als de bouwfase in beschouwing genomen. Met behulp van Value Engineering studies is een gezamenlijk doorleefd beeld ontstaan van wanneer het project een succes is. Er is als het ware een contramal van informatie ontstaan over de omgeving, prestatiecriteria en randvoorwaarden. Hierdoor kan de oplossingsruimte uitgewerkt en vastgelegd worden om van het project een succes te maken: een betaalbare, haalbare en realiseerbare inpassing van de A9 bij Amstelveen.

Summary

Near the municipality of Amstelveen the highway A9 runs at an elevated position. The A9 will be widened from 2x3 to 2x4 lanes and the highway will be constructed at -1 level. During the design process, Value Engineering was applied to investigate new ideas for the project. The VE-study was also intended to make sure that all options are considered, both for the construction and exploitation phase. The Value Engineering study resulted in increased consensus about the success criteria of the project. This has created a clearer image of the solution space in which the project has to be designed and realized: an affordable, viable and realizable integration of the A9 near Amstelveen.

Inleiding

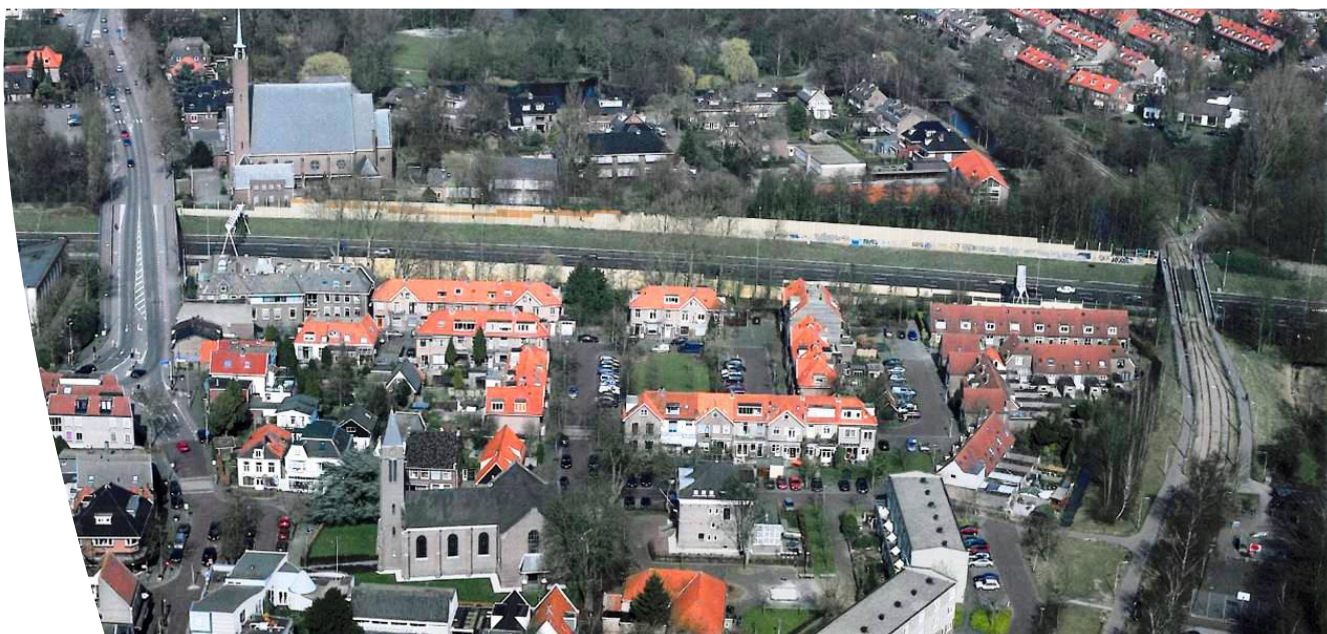
Value Engineering (VE) wordt sinds jaar en dag gebruikt om de balans tussen de financiële middelen en de geleverde functionele prestatie van projecten en processen te optimaliseren. Ten behoeve van het gewijzigde Ontwerptracébesluit van de verbreding van de A9 bij Amstelveen zijn twee VE-studies uitgevoerd, één ten aanzien van de risico's en kansen van de opgave van de verdiepte ligging inclusief de kruisende infrastructuur en de omgeving in het algemeen en één met een focus op de bouwmethode en bouwfasering om te zorgen voor een minimalisatie van hinder voor weggebruiker en omgeving. De meerwaarde van de VE studies als onderdeel van het ontwerpproces voor dergelijke projecten is het gezamenlijk doorleven van het project. Met name de aansluiting met de omgeving door alle aannames, randvoorwaarden en uitgangspunten wordt hierbij nog eens kritisch tegen het licht gehouden. De fysieke scope van de VE studies bestond uit het deel van de snelweg dat verdiept wordt aangelegd, de kruisende en aansluitende infrastructuur en de directe omgeving waarvoor zorgvuldige inpassing nodig is. De tijdshorizon van de VE studies strekte zich uit over zowel de realisatiefase als de gebruiksfase.

Op de luchtfoto van Amstelveen is de noodzaak van het verdiept verbreden van de A9 en het aanhelen van de stadsdelen goed zichtbaar.

In dit artikel laten we zien hoe VE, door de context en het projectsucces voor alle stakeholders expliciet te maken, bijdraagt aan het succesvol uitwerken van een project in het ontwerpproces.

Het project: de verbreding van de A9

Rijkswaterstaat verbreedt de komende jaren de snelwegen tussen Schiphol, Amsterdam en Almere (SAA). Dit doet Rijkswaterstaat om het aantal files te verminderen en zo te zorgen voor een betere doorstroming van het verkeer. De A9 krijgt tussen de knooppunten Badhoevedorp en Holendrecht (aangegeven met het bruine deel 5 op de afbeelding met het programmagebied van SAA) 4 in plaats van 3 rijstroken per rijrichting. Bij Amstelveen wordt de snelweg over 1,3 kilometer verdiept aangelegd (het deel zoals



Figuur 1 - Luchtfoto Amstelveen

zichtbaar op de luchtfoto). Geluidsoverlast wordt beperkt door de aanleg van overkappingen ter hoogte van het Oude Dorp en het Stadshart en door nieuwe geluidschermen langs de A9 en bij verschillende toe- en afritten (in totaal 12 kilometer). In 2019 starten de daadwerkelijke bouwwerkzaamheden.

Witteveen+Bos stelt het gewijzigd Ontwerptracébesluit op voor het tracédeel dat verdiept aangelegd gaat worden. Dit tracédeel is zichtbaar op de luchtfoto. In dit deel van het tracé zou oorspronkelijk een tunnel komen waaraan de gemeente Amstelveen een fors bedrag zou meebetalen. Toen bleek dat bij de tunnelvariant de geplande gebiedsontwikkeling niet genoeg zou opleveren, is er een nieuw ontwerp gemaakt met een verdiepte ligging ter plaatse van Amstelveen. Hierdoor kon de financiële bijdrage van de gemeente Amstelveen met 60% worden verminderd.

Het ontwerproces

Witteveen+Bos maakt gebruik van een ontwerproces op basis van Systems Engineering. Ook voor dit project is het systemdenken uit Systems Engineering toegepast. In drie ontwerploops is iteratief, cyclisch van grof naar fijn gewerkt. Deze werkwijze is weergegeven in de afbeelding ‘Schematische weergave stappen ontwerproces’. In de eerste ontwerploop is in de breedte geïnventariseerd: wat zijn de opgaven voor het ontwerp en de effectenstudies? Wat zijn de risico’s en kansen? Het resultaat is een risicogestuurd ontwerp. Deze eerste inventarisatie bepaalt wat in de tweede ontwerploop nader wordt uitgewerkt. De eerste VE studie heeft plaats gevonden tijdens de eerste ontwerploop. Daarin zijn de risico’s en kansen van de inpassing van de op-

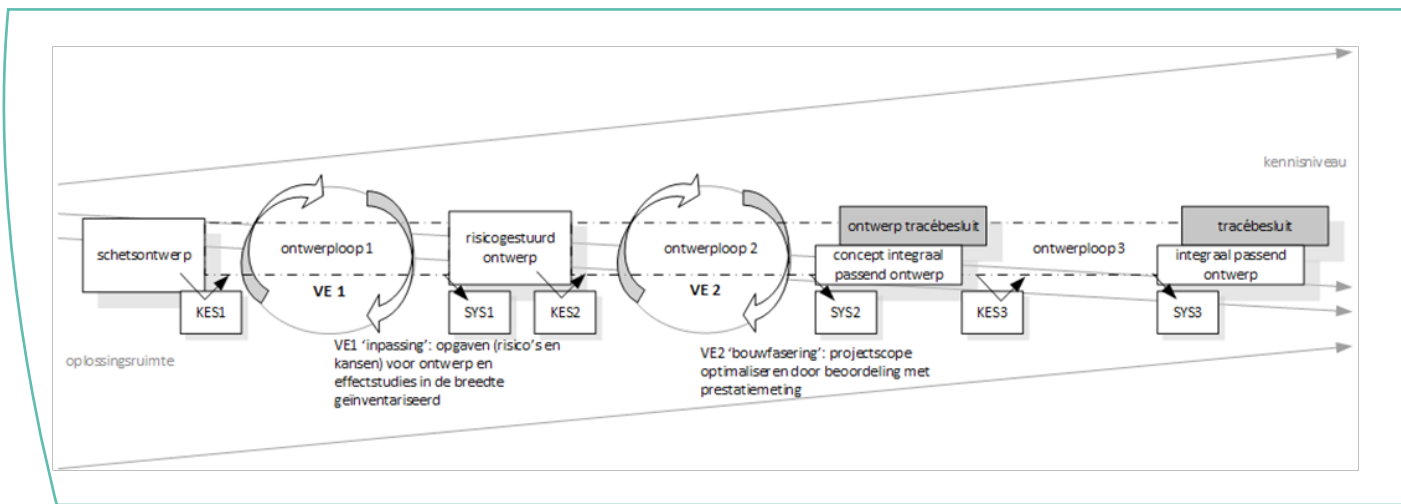
gave (ontwerp en effectstudies) geïnventariseerd. In de tweede ontwerploop is met behulp van een tweede VE studie de bouwfasering van het plangebied onderzocht om hinder voor weggebruikers en omgeving te minimaliseren.

Stappen in het ontwerproces

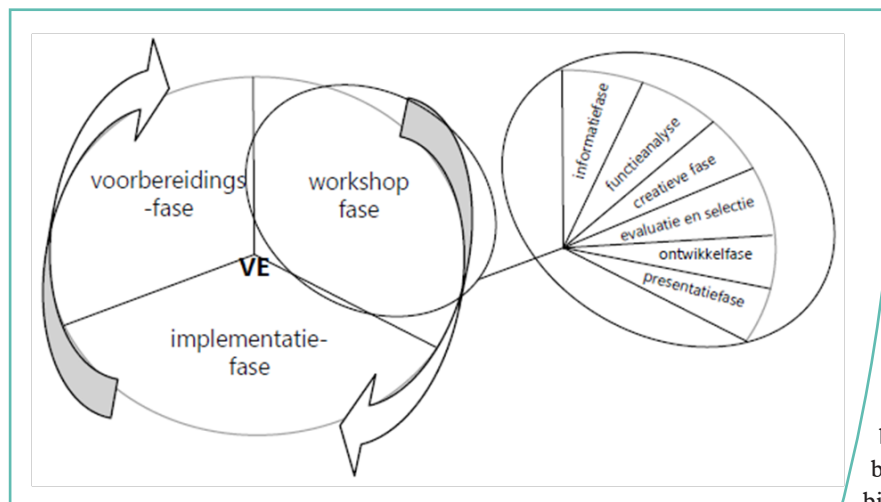
In elke ontwerploop worden allereerst klanteisen verzameld en wel of niet gehonoreerd. De klanteisen komen in de Klanteisen Specificatie (KES1, KES2 en KES3). De gehonoreerde klanteisen worden vertaald naar systeemeisen en in het ontwerproces worden aanvullende eisen afgeleid. Deze eisen worden beheerd in de Systeemeisen specificatie (SYS1, SYS2 en SYS3). Aan het eind van iedere loop vindt



Figuur 2 - Programmagebied Schiphol-Amsterdam-Almere



Figuur 3 - Schematische weergave stappen ontwerpproces



Figuur 4 - Schematische weergave stappen VE studie

de verificatie (voldoet het ontwerp aan de eisen?) en validatie (voldoet het ontwerp aan de wensen van de opdrachtgever en stakeholders?) van het ontwerp plaats.

Binnen de ontwerploops wordt zo gewerkt dat het zo min mogelijk leidt tot het inperken van de oplossingsruimte voor de aannemer in de realisatiefase. Tegelijkertijd moet het ontwerp-proces wel zo compleet zijn dat het ontwerp geverifieerd en gevalideerd kan worden aan de eisen en de bijbehorende effecten vastgesteld kunnen worden. Het niveau van uitwerking moet bij de stakeholders vertrouwen wekken en inzicht geven in het eindresultaat, zonder oplossingen uit te sluiten die in een volgende fase nodig zijn. Het resultaat van dit proces is een integraal passend ontwerp. Na afloop van het ontwerpproces begint de voorbereiding op de aanbesteding, waarin het contract wordt opgesteld.

Verbreding focus met behulp van Value Engineering

Tijdens VE studies wordt in korte tijd, in teamverband, onderzocht of er alternatieven zijn die een betere prijs-prestatieverhouding bieden. De stapsgewijze aanpak van VE studies is schematisch weergegeven in afbeelding 'stappen VE studie' en leidt tot een efficiënter ontwerpproces met directe afstemming tussen disciplines, commitment en meer consensus. Ten slotte wordt de projectscope geoptimaliseerd door deze met behulp van prestatieingen te beoordelen en eventueel de scope aan te passen. VE vormt een belangrijke ondersteuning van het ontwikkel- en besluitvormingsproces in de planontwikkeling en biedt:

- mogelijke nieuwe oplossingen of optimalisaties die de waarde verhogen;
- een bevestiging dat de belangrijkste alternatieven zijn beschouwd;
- een betere onderbouwing van keuzes middels een afweging op basis van de prijs-prestatieverhouding.

Ieder project heeft bepaalde doelen en een projectteam dat vol enthousiasme aan de slag gaat om deze doelen te realiseren. De sleutel tot een succesvol project is de vraag van de klant en de passie van professionals als uitgangspunt nemen voor activiteiten.

Wouter Hart spreekt in zijn boek 'Verdraaide organisaties' (Hart, 2012)¹ over de mythe van beheersbaarheid. Het systeemdenken waar we vanuit Systems Engineering een beroep op doen, kan een doel op zich worden waardoor in een planfase veel tijd verloren kan gaan aan allerlei (technische) details. De sturing van een planfase van projecten moet zich richten op het doel van het project (wanneer is het project een succes) en het systeemdenken dient

Hoe zorgen we er voor dat we met behulp van systeemdenken de optimale oplossingsruimte kunnen vastleggen en wat is deze optimale oplossingsruimte dan?

Met behulp van de Value Engineering studies is een gezamenlijk doorleefd beeld ontstaan van wanneer het project van de A9 bij Amstelveen een succes is. Er is als het ware een contramal ontstaan: een gezamenlijke beeld van de prestatiecriteria en randvoorwaarden van een project, en een verkenning om hier maximaal op te scoren. Om deze contramal heen kan de oplossingsruimte worden uitgewerkt en vastgelegd in een contract (een 'mal' met behulp van systeemdenken) om van het project een succes te maken: een betaalbare, haalbare en realiseerbare inpassing van de A9 bij Amstelveen.

hierbij als ondersteunend instrument. In de praktijk is dit echter makkelijker gezegd dan gedaan.

VE studies leiden ertoe dat betrokkenen vanuit hun standpunt of technische expertise naar doelstellingen en kansen toe bewegen. De Omgevingsmanager van RWS van het project A9 Amstelveen omschrijft het als volgt: "door de VE studies is het gelukt om de gekozen samenwerking tussen RWS en de gemeente Amstelveen (die in een Samenwerkingsovereenkomst is afgesproken) goed vorm te geven waarbij de belangen van beide partijen optimaal zijn geborgd".

VE studies ingepast in ontwerpproces

In het project A9 Amstelveen zijn twee VE studies ingepast in het ontwerpproces. In de eerste ontwerpploep is een algemene VE studie gehouden voor het project, het deeltracé van de A9 met de verdiepte ligging inclusief de kruisende infrastructuur en de omgeving. Tijdens deze studie werd het grootste risico van het project inzichtelijk. De vraag is welke bouwmethode en -fasering zorgt voor zo min mogelijk hinder voor de weggebruikers en de omgeving tijdens de realisatie. De beperkte fysieke ruimte waarbinnen de realisatie van het project ingepast moet worden maakt het beheersen van dit risico erg lastig. Tijdens de tweede VE studie is dieper ingezoomd op deze uitdaging van het optimaliseren van de bouwmethode en -fasering om te zorgen voor de minimalisatie van hinder.

De Technisch Manager in het kernteam van de A9 Amstelveen van Witteveen+Bos beschrijft de toegevoegde waarde van VE voor het project als volgt: "aan het begin van het ontwerptraject, na het onderzoeken van alle beschikbare achtergrondinformatie verkennen we de doelstelling van de projectscope meer inhoudelijk. We krijgen grip op kansen voor optimalisatie door met elkaar de vrijheid te nemen om de opgave vanuit de breedte te verkennen." Door de projectscope uit te diepen en de opgave integraal te beschouwen kunnen we een ontwerp maken dat betaalbaar, haalbaar en realiseerbaar is.

VE studie 1: oplossingen voor de inpassing van de A9

Tijdens de eerste ontwerpploep van het project is een VE studie uitgevoerd om een integrale oplossing te vinden voor het plangebied te Amstelveen, ten behoeve van twee projectdoelstellingen: het verminderen van barrièrewerking en het verbeteren van de leefbaarheid. De omgeving waarin de verbreding van de A9 ingepast moet gaan worden, was de aanleiding voor de VE studie: rekening houden met alle ontwerp- en omgevingsaspecten. Het VE team bestond uit zestien deelnemers, bestaande uit specialisten van Witteveen+Bos, vertegenwoordigers en specialisten van Rijkswaterstaat en Gemeente Amstelveen die goed op de hoogte zijn van wat er allemaal bij dit project speelt.

De optimalisatie van de hoogteligging is een belangrijke parameter voor de barrièrewerking. Tijdens de informatiefase heeft de gemeente Amstelveen uitgelegd waarom zij verschillende eisen stelt aan de inpassing van technische oplossingen. Hoe lager de verdiepte ligging geplaatst wordt, hoe makkelijker de verbindingen over de A9 ingepast kunnen worden om de stadsdelen met elkaar te verbinden. Daarnaast, gezien de beperkte ruimte rondom de A9, is er maar een paar meter ruimte buiten het tracé om de geluidsschermen in te passen. Met andere woorden, de leefbaarheid gaat om het beperken van geluidshinder én het behoud van groene inkleding van de A9 langs de randen van het tracé. De Contractmanager A9 bij Rijkswaterstaat, merkte hierover op: "de informatiefase borgt dat het VE team denkt vanuit het doel van het project. Dit stimuleert het benoemen van kansen en voorkomt dat er luchtkastelen worden gebouwd".

Na de informatiefase kon in de functieanalyse de functie van de ruimte net naast het verdiepte tracé worden geïdentificeerd. Het in stand houden van deze ruimte voor beplantingsstroken is namelijk in de klanteisenspecificatie hard afgebakend, uitgedrukt in het aantal meters afstand tot aan de geluidsschermen. De hoofdfunctie die hierbij hoort is het faciliteren van leefbaarheid. Leefbaarheid is hierbij doorvertaald naar het uitstralen van (groene) identiteit. Hier moet rekening mee worden gehouden bij het ontwerpen van de stadsentree(s). Daarnaast bleek dat een belangrijke reden om barrièrewerking te beperken onder andere volgt uit de noodzaak om het stadshart van Amstelveen economisch te versterken door deze 'te voeden' met winkelend publiek. Het belang van de zorgvuldige inpassing, zodat de leefbaarheid wordt vergroot en de barrièrewerking beperkt, werd door het hele projectteam gedeeld en niet alleen door de gemeente en vormgevers.

In de hierna volgende creatieve fase zijn onder andere op deze functies veel goede ideeën gegenereerd. Op deze manier is met geen of weinig extra middelen meerwaarde gecreëerd voor het project. De adviseur Vormgeving bij Rijkswaterstaat vertelde dat "het een enorme winst is dat iedereen aan hetzelfde project werkt met voldoende oog voor inpassing in de omgeving". Concreet is

de contramal voor de focus van de eerste VE studie (inpassing) vastgelegd in de volgende prestatiecriteria:

prestatiecriteria van VE1	beschrijving
bruikbaarheid verbindingen	toegankelijkheid en gebruikswaarde van verbindingen voor langzaam verkeer en openbaar vervoer
beleving en toegankelijkheid	belevingswaarde van toegevoegde openbare ruimte
lokale inpassing	het behoud van bestaande voorzieningen (groenstrook Van Hallweg, Meanderpark en sportpark)
wegbeeld A9	beleving van groenste stad van Europa, vanaf A9 voor weggebruikers, veiligheid en rust van wegbeeld

Naast deze prestatiecriteria is een aantal randvoorwaarden vastgesteld. Opvallend is dat de meeste van deze randvoorwaarden aan de algemene projectscope gesteld zijn. Specifiek ten aanzien van inpassing zijn ‘het behouden van de bestaande op- en afritten’ en ‘geen extra grondverwerving’ genoemd als belangrijke randvoorwaarden.

VE studie 2: kansen en knelpunten voor de bouwfasering van de A9

De aanleiding voor de tweede VE studie was de uitdaging om de bouwmethode en bouwfasering te optimaliseren. Het doel hierbij was om te zorgen voor minimalisatie van hinder voor weggebruikers en omgeving, zoals eerder geconstateerd in de eerste ontwerploop. In de tweede VE studie is ingezoomd op de mogelijkheden en succesfactoren voor de realisatie. Het succes wordt enerzijds bepaald door de bouw te realiseren binnen de kaders van tijd en geld, maar met minimale hinder. Hinder, tijd en geld zijn dus de vastgestelde prestatiecriteria tijdens de tweede VE studie. Als er snel wordt gebouwd, ontstaat er meer hinder voor weggebruikers maar wordt de realisatie mogelijk goedkoper. Andersom, door weinig hinder voor de weggebruiker te veroorzaken, duurt de bouw mogelijk veel langer (wat kan leiden tot hinder voor de omgeving) en wordt deze duurder. Hinder heeft dus twee invalshoeken: hinder voor de weggebruiker en hinder voor de omgeving. In de VE sessie kwam bij het denken in prestatiecriteria van het project naar voren dat hinder voor de weggebruiker en de omgeving zo belangrijk is, dat het een randvoorwaarde is. Deze prestatiecriteria zijn concreter vertaald in ‘het beschikbaar houden van kruisende infra tijdens de realisatie’ en ‘het beschikbaar houden van de verkeerscapaciteit van de A9’. Hierbij is het in stand houden van bepaalde functionaliteiten tijdens de uitvoering als belangrijke randvoorwaarde aangemerkt. Het gaat daarbij specifiek om het garanderen van de bereikbaarheid voor

hulpdiensten, de mogelijkheid om omleidingsroutes te realiseren en de beschikbaarheid van OV-routes te garanderen.

In deze tweede VE studie zijn enkele belangrijke aandachtspunten naar voren gekomen voor de realisatiefase. Het gaat hierbij om de wijze waarop het zand wordt afgevoerd, duur van afsluiting toe- en afritten, inrichting van omrijdroutes en afstemming van werkzaamheden in de tijd met andere grote projecten in de regio als de A10 Zuidas en de ombouw van de Amstelveenlijn. Deze aandachtspunten zijn daarom meegenomen in het verdere ontwerpproces. De conclusie van de VE studie is dat de omgeving van het project het noodzakelijk maakt om bepaalde factoren als randvoorwaarden te zien om het project als succesvol te kunnen bestempelen.

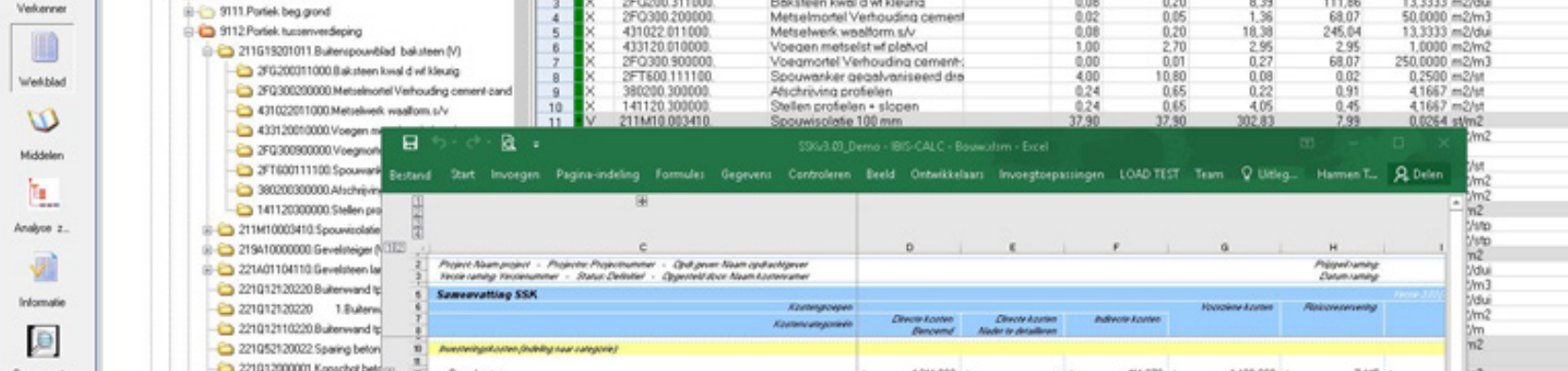
Contramal: wanneer is het project een succes?

De Value Engineering studies hebben het project geholpen om expliciet te maken wanneer een project een succes is. Hieruit is een gedragen beeld ontstaan van wat succes precies inhoudt: de prestatiecriteria en randvoorwaarden van het project. Dit gezamenlijk doorleefde beeld van succes zorgt ervoor dat Systems Engineering effectiever kan worden toegepast. Door het risico-gestuurde proces met twee ontwerploops en twee Value Engineering studies zijn de risico’s, aandachtspunten en kansen geprioriteerd en heeft dit overzicht gegeven voor de verder sturing van het project.

Vanuit het gezamenlijk bepaalde beeld van succes werden een definitief ontwerp en uiteindelijk ook de contractvoorwaarden voor de uitvoering uitgewerkt. Daarbij is de definitie van het projectsucces bepalend voor de ontwerp vrijheid die wordt meegegeven aan de aannemer. Immers, als de ontwerp vrijheden kunnen leiden tot het ondermijnen van het projectsucces, dan blijft het risico bestaan dat het project teleurstellende resultaten oplevert. Dit betekent dat VE studies de voorwaarden voor de uitvoering expliciet hebben gemaakt ten behoeve van een betaalbare, technisch haalbare en realiseerbare inpassing van de verbreding van de A9 bij Amstelveen.

Noot

¹ Hart, W., Buiting, M. (2012). Verdraaide organisaties - Terug naar de bedoeling, Uitgeverij Kluwer. ■



Calculaties optimaliseren met eenduidigere structuur en procesautomatisering

Calculeren is een kritisch bedrijfsproces waarvan de resultaten doorslaggevend zijn voor het acquireren van projecten. Door toenemende concurrentie moeten bedrijven tegenwoordig meer calculaties maken om de orderportefeuille op peil te houden. Adviseur Jan Weber adviseert daarom te kijken naar mogelijke optimalisaties, door eenduidiger te structureren en met kennisregels en recepten te automatiseren.

Gestructureerd calculeren vergroot efficiency en transparantie

Jan Weber van Multiweb 4You adviseert en begeleidt bedrijven in de bouw, civiele techniek en industrie, bij het optimaliseren van alle calculatieprocessen. Waaronder BAM, Ballast Nedam, Royal HaskoningDHV, Gasunie en Shell. “Net als bij andere bedrijfsprocessen is het voor calculeren belangrijk dat men vooraf een duidelijke visie heeft over welke output het proces moet opleveren en welke input beschikbaar is. Dat lijkt vanzelfsprekend, maar is het in de praktijk nog niet. In de bouw en civiele techniek zijn ze van oudsher gewend om met een grote mate van vrijheid te calculeren en worden er binnen dezelfde organisatie nog verschillende methodes gebruikt. Dat mag uiteraard, alleen worden de resultaten dan afhankelijker van de kennis en ervaring van individuele calculatoren en dus minder voorspelbaar. Ik ervaar dat bedrijven met een combinatie van eenduidiger gestructureerd calculeren en slimme ondersteunende software, de efficiency nog aanzienlijk kunnen verhogen en dus de doorlooptijd richting hun opdrachtgevers verkorten. Maar ook de transparantie van het calculatieproces vergroten, waardoor er minder snel fouten worden gemaakt.”

Configure-to-order trend

Bij industriële bedrijven is een verschuiving gaande van ‘engineering-to-order’ naar ‘configure-to-order’. Oftewel van klantgericht maatwerk naar configureerbare oplossingen en systemen. Mede als gevolg van de behoefte van bedrijven om zo LEAN mogelijk te werken. Hoewel deze trend de keuzevrijheid van klanten enigszins beperkt, levert het standaardiseren van alle gebruikte onderdelen en automatiseren van het calculatieproces zoveel voordeel op dat maatwerk voor de prijs van serieproductie mogelijk wordt. “Wie top-down naar alle bedrijfsprocessen kijkt, ontdekt veel overeenkomsten tussen de bouw, civiele techniek en industrie”, zegt Weber. “Daarom zijn in die markten vergelijkbare voordelen te realiseren met eenduidiger gestructureerde calculaties en automatisering op basis van kennisregels en basisrecepten. Vanaf de eerste cost estimates met alleen kengetallen, tot en met de gedetailleerdere aanbesteding-/ werkbegrotingen. Om de voordelen voor mijn opdrachtgevers inzichtelijk te maken, gebruik ik regelmatig IBIS-CALC als referentiekader. Dit programma geeft namelijk vanuit verschillende werkwijzen richting aan eenduidiger structureren en optimale informatievoorziening voor calculaties/estimates. Wie liever zoveel mogelijk vrijheid wil bij het calculeren, kan bij dezelfde softwareleverancier beter kiezen voor IBIS-TRAD.”

Meer informatie? Kijk op ibis.nl of bel 070 3015321.



MR. B. VAN DEN BERG²
PARTNER QUOOSTE B.V.

ALLIANTIECONTRACTEN IN DE GWW¹

Summary

Construction alliances are hardly ever used in Dutch infrastructure projects, despite the positive experiences and opportunities realised elsewhere. The core of the alliance concept is the defined and limited cooperation in the realisation of the project based on equality of both parties. The interests of both parties are synchronised in the contract. The alignment of these interests is in most cases realised via

risk sharing and incentivisation. These incentives have to be so smart that it is for the contractor more rewarding to strive for the common goals than for his own private company goals. In any case both parties benefit on the basis of this equality. The ultimate consequence of this approach is of course that in case of losses or delays the negative results are also shared equally.

Inleiding

Bouwalliantiecontracten komen in Nederland nog steeds sporadisch voor. Dat is op zich merkwaardig, want al in 1999 toonde een door NAPred uitgevoerd onderzoek³ aan dat realiseren van projecten door middel van allianties tot aanzienlijke kostenreductie en doorlooptijdverkorting kon leiden. Ongeveer gelijktijdig met het verschijnen van dit onderzoek werd het eerste Nederlandse GWW-alliantiecontract een feit: de Waardse Alliantie. Ondanks dat dit contract in 2003 uiterst succesvol werd afgerond heeft het merkwaardig genoeg in slechts een handvol gevallen opvolging gehad. Te noemen zijn de N201-alliantie (2006), de Bataafse Alliantie (2006), de alliantie A2-hooggelegen (2007) en de SAAL-allianties (2010). Ook deze allianties zijn volgens de betrokkenen zowel qua kosten als tijd zeer succesvol verlopen. Beter, sneller, goedkoper en leuker. Op dit moment lopen initiatieven voor een alliantie Markermeerdijken en een voorbereidingsalliantie Rondweg Zuid Groningen. Al met al een magere oogst voor zo'n kansrijk concept. Reden genoeg om het bouwalliantieconcept opnieuw af te stoffen.⁴

Vooraleerst lijkt het nuttig om het begrip 'alliantie' nader te duiden. In algemene zin is een alliantie (of bondgenootschap) een overeenkomst om samen een bepaald tot wederzijds voordeel strekkend doel te bereiken. Zo gezien komen allianties in de praktijk veelvuldig voor. Bijvoorbeeld de via verdragen gerealiseerde samenwerking tussen staten, de lijstverbindingen tussen politieke partijen, de samenwerkingsafspraken tussen luchtvaartmaatschappijen etc.. Normaliter worden allianties gevormd door partijen die op gelijke hoogte (in de bedrijfskolom) staan en waarvan kan worden gezegd dat iedere afzonderlijke partij het betreffende doel vanuit eigenbelang al nastreeft,

maar niet in staat is dat doel op eigen kracht te verwezenlijken, althans niet op een wenselijke termijn. Daartoe zijn medestanders met een in zekere mate vergelijkbaar belang nodig en een organisatie van de samenwerking om het doel te bereiken. Van de (potentiële) medestanders kan worden gezegd dat ze autonoom zijn in hun handelen en dus niet ondergeschikt zijn aan de partijen waarmee samenwerking wordt gezocht. Veel van deze kenmerken zijn terug te vinden bij bouwallianties. Anders dan bij de gebruikelijke allianties wordt de samenwerking bij bouwallianties gevormd tussen partijen die niet op gelijke hoogte in de bedrijfskolom staan. Het 'gezamenlijk te bereiken doel' wordt hier normaliter ook uitsluitend gesteld door de opdrachtgever. Dit doel is voor wat betreft GWW-projecten terug te vinden in de Mantra 'bouwen binnen budget, op tijd, ten minste in overeenstemming met de bedoelde kwaliteit, geschillen vrij en met zo min mogelijk hinder aan de omgeving.'⁵ Bij het bereiken van dat doel heeft een opdrachtnemer op zichzelf genomen geen enkel belang. Hij streeft rendement en continuïteit na. Crux van een bouwalliantie is dus om die verschillende belangen in elkaars verlengde te brengen en te richten op het door de opdrachtgever gestelde doel.

Risicodeling als basis voor de samenwerking

In traditionele relaties zijn verantwoordelijkheden en bijpassende risico's via de op de GWW-contracten gebruikelijke voorwaarden als UAV of UAV-GC scherp verdeeld. Als gevolg van die verdeling is ook eenduidig bepaald wie een bepaalde beslissing neemt. Diegene staat in voor de gevolgen ervan. Dat beginsel wordt hooguit gecorrigeerd door ook de deskundigheid van de opdrachtnemer in ogenschouw te nemen. Hij moet waarschuwen als, voor risico van de opdrachtgever, komende aangelegenen

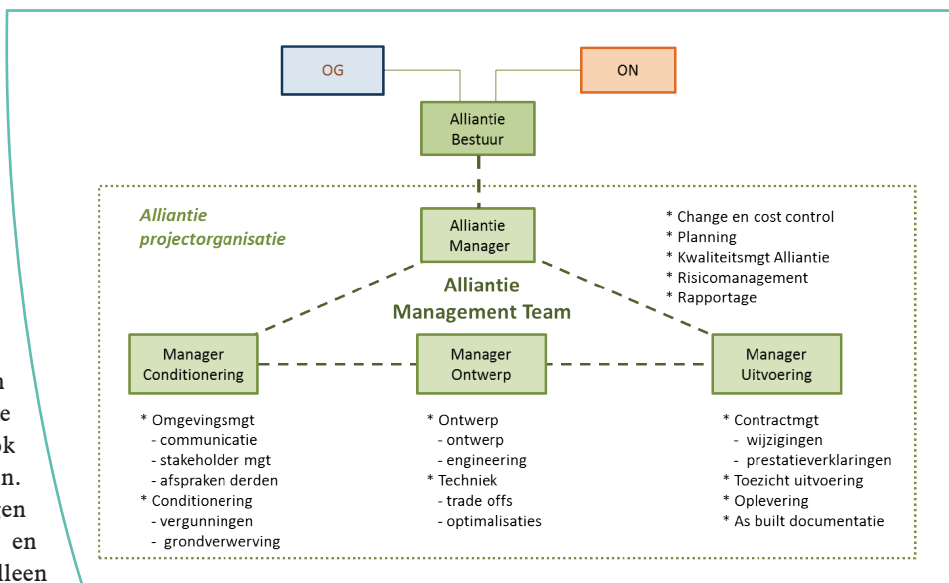
heden klaarblijkelijk zodanige fouten bevatten of gebreken vertonen, dat hij in strijd met de eisen van redelijkheid en billijkheid zou handelen als hij daarop zonder waarschuwing bij het verrichten van zijn werkzaamheden zou voortborduren. Waarschuwt hij dat niet, dan draagt hij de gevolgen.⁶ In dit stelsel werkt de scherpe verantwoordelijkheidsverdeling niet zelden averechts op de aspecten tijd en geld. Niet alleen zal in de aanbestedingen rekening worden gehouden met nauwelijks calculeerbare risicoreserveringen, maar het heeft ook effect als risico's daadwerkelijk optreden. Langdurige discussies over wijzigingen (meer en minder werk) of bijbetaling en termijnverlenging frustreren dan niet alleen de relatie, maar primair ook de in de Mantra opgenomen subdoelen 'binnen budget', 'op tijd' en 'geschillen vrij'. Indien op voorhand al vast staat, dat de van de opdrachtgever afkomstige informatie niet duidelijk, compleet of nog in beweging is, dat de aan de realisatie verbonden risico's niet bekend en beheerst zijn of dat de condities waaronder de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd niet in rust zijn, vormt het traditionele model een weinig aantrekkelijk vooruitzicht.

Echter bij veel risico's ligt de kans op het ontstaan ervan bij de ene partij terwijl de andere partij het best in staat is om het effect van dat risico (geheel of gedeeltelijk) op te vangen. Dat kan zowel preventief als correctief zijn. Bij dat soort risico's ligt een scherpe risicoverdeling nu juist niet voor de hand. Omdat beide partijen invloed hebben op de uiteindelijke gevolgen ligt het meer voor de hand de partijen gezamenlijk verantwoordelijk te laten zijn voor dergelijke risico's. De risico's worden dan niet langer verdeeld, maar gedeeld. Juist deze risicodeling maakt het mogelijk dat de belangen van partijen langs de band van gezamenlijk risicomangement worden gelijkgeschakeld.

Samenwerking

Wanneer de belangen van partijen synchroon zijn zal het handelen erop gericht zijn problemen op te lossen en niet om de problemen bij de ander neer te leggen. Ook het tijdrovende en kostbare spel van contractuele disputen dat hoort bij niet-synchrone belangen wordt vermeden. Er ontstaan bovendien mogelijkheden die in traditionele verhoudingen onhaalbaar zijn. De alliantie richt zich op optimalisatie van het gehele project en probeert suboptimalisatie door belangenconflicten voor te zijn. Opdrachtgever en opdrachtnemer delen de behaalde voordelen, maar dragen ook samen de consequenties als het eens ergens niet goed gaat.

Inhoudelijke samenwerking kan tot belangrijke voordelen



Figuur 1 - Alliantie organisatiemodel

leiden. Zo hebben opdrachtgever en opdrachtnemer ieder specifieke kennis, deskundigheid en manieren om problemen op te lossen. Beiden beschikken over hun eigen invloedgebieden. Zo kan de opdrachtgever haar publiek/bestuurlijke mogelijkheden benutten en de opdrachtnemer haar kennis en invloed op het gebied van techniek en onderaannemers om problemen in ontwerp en uitvoering op te lossen. Door deze expertises aan elkaar te verbinden ontstaat synergie.

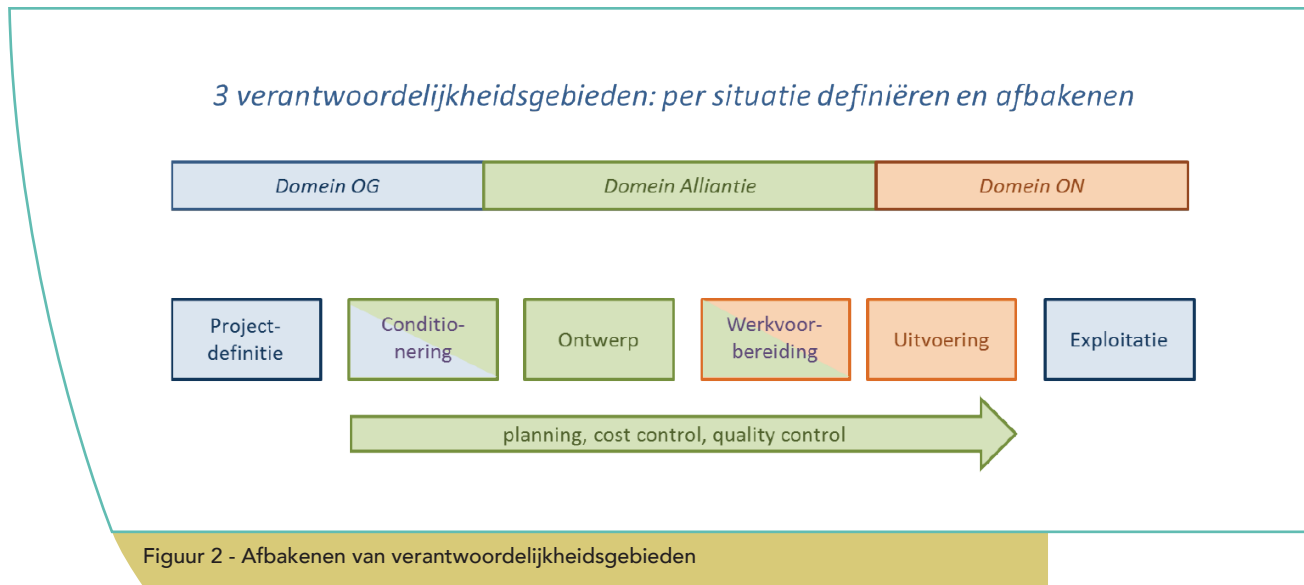
Net als bij de reguliere allianties verschijnen bouwallianties in soorten en maten. Een vastomlijnde organisatiestructuur bestaat niet. De organisatie wordt normaliter project- en partijafhankelijk vormgegeven en laat een breed spectrum aan verschijningsvormen zien. Van geïntegreerde samenwerking over de hele bandbreedte tot samenwerking ten behoeve van slechts enkele gedefinieerde risico's.

Een voorbeeld van een in veel bouwallianties voor omvangrijke projecten gehanteerde alliantie-organisatie is in figuur 1 weergegeven.

De omvang van de alliantieorganisatie is sterk afhankelijk van de gekozen opzet en werkgebied. Ook speelt een rol in welke mate bepaalde activiteiten zijn "onderuitbesteed", zoals engineering bij een ingenieursbureau. Evenredige inbreng vanuit opdrachtgever en opdrachtnemer is niet van belang. Voor sommige activiteiten zijn nou eenmaal bij één van beide partijen meer en/of betere mensen beschikbaar. Ook wordt veelal een deel van de organisatie betrokken via inhuur bij derden.

Alliantiedomein

Een belangrijk uitgangspunt voor een alliantie is het bepalen van het werkgebied van de alliantie. Dit wordt vaak gedaan door alle activiteiten in het project te plaatsen in 3 domeinen: dat van



de opdrachtgever, dat van de opdrachtnemer en dat van de alliantie. In figuur 2 is de keten van activiteiten weergegeven die ten behoeve van het project uitgevoerd moeten worden, waarbij een vaak voorkomende basisverdeling van activiteiten is weergegeven.

De activiteiten die in het domein van de alliantie vallen worden onder gezamenlijke verantwoordelijkheid uitgevoerd. De activiteiten die daarbuiten vallen blijven de verantwoordelijkheid van respectievelijk opdrachtgever en opdrachtnemer.

De kans op winst of verlies bepaalt doorgaans het domein waarop de samenwerking plaatsheeft. Onderwerpen waarbij een partij geen enkele waarde aan de andere partij(en) kan toevoegen zullen veelal buiten het alliantiedomein blijven.

Welke activiteiten precies in de gezamenlijkheid worden uitgevoerd dient per situatie te worden bepaald.

De incentivestructuur

De alliantie is in veel gevallen in financiële zin verantwoordelijk voor het gehele project, behoudens de daadwerkelijke opdrachtgeversactiviteiten. Daartoe beschikt de alliantie over een alliantiebudget. Dit budget is doorgaans een in de boekhouding van de opdrachtgever opgenomen begrotingspost, dat in administratieve zin wordt beheerd door de alliantie. Dat zou ook anders kunnen, bijvoorbeeld door de samenwerking vennootschappelijk te formaliseren en te voorzien van eigen middelen. In de Nederlandse GWW is een dergelijke vennootschappelijk geformaliseerde vorm van samenwerking ongebruikelijk en om onder meer fiscale redenen niet aantrekkelijk. Bij projecten waarbij de samenwerking niet verder gaat dan de beheersing van slechts enkele benoemde risico's, kan het alliantiebudget zelfs bestaan uit een speciaal daartoe opgenomen stelpost in het realisatiecontract (basisovereenkomst UAV-GC 2005 of bestek).

Het alliantiebudget is het financiële kader waarbinnen de alliantie opereert. Hieruit worden zowel de activiteiten die binnen de alliantie zelf plaatshebben gefinancierd als ook de opdrachten die in verband met de realisatie van het project aan derden worden verstrekt. Daarnaast dient het alliantiebudget ter dekking van kosten die voortvloeien uit de risico's die door de alliantie worden gedragen. Het alliantiebudget is daarmee de financiële "target". Indien de totale uitgaven van de alliantie meer of minder zijn, wordt het overschot of het tekort verrekend ten opzichte van dit budget. Hoe de financiële afrekening precies plaatsheeft hangt af van de financiële afspraken die situatieafhankelijk moeten worden bepaald. In de regel wordt uitgaande van het beginsel dat partijen samenwerken op basis van gelijkheid bepaald dat het resultaat 50/50 wordt verdeeld. Daarbij worden wel doorgaans begrenzingen ("caps") gesteld aan enkele bijzondere financiële risico's voor de opdrachtnemer of wordt gekozen voor een andere verhouding.

De premisse dat het alliantiebudget dient ter dekking van het gehele project brengt met zich mee dat er budgetevenwicht ontstaat door wisselwerking tussen de in figuur 3 aangegeven alliantiesom en uitvoeringssom. In veel gevallen zal de uitvoeringssom bij aanbesteding al als aannemingsom zijn afgeprijsd en is overeengekomen dat de opdrachtnemer de uitvoering van het gehele project voor dat bedrag zal realiseren. Dan bestaat de wisselwerking uit de ten laste of ten bate van de alliantiesom komende mutaties op de aannemingsom. Het op een realistisch niveau afprijsen van die mutaties blijft net als in een traditionele relatie een lastig proces, omdat de opdrachtnemer vanuit zijn exclusieve recht op de uitvoering zal blijven streven naar winstmaximalisatie bij de uitvoeringswerkzaamheden. Om met name de opdrachtgever het vertrouwen te geven dat inderdaad maar met één agenda wordt gewerkt zullen vooraf nadere afspraken over prijsvorming nodig zijn. Veelal zullen die vorm krijgen

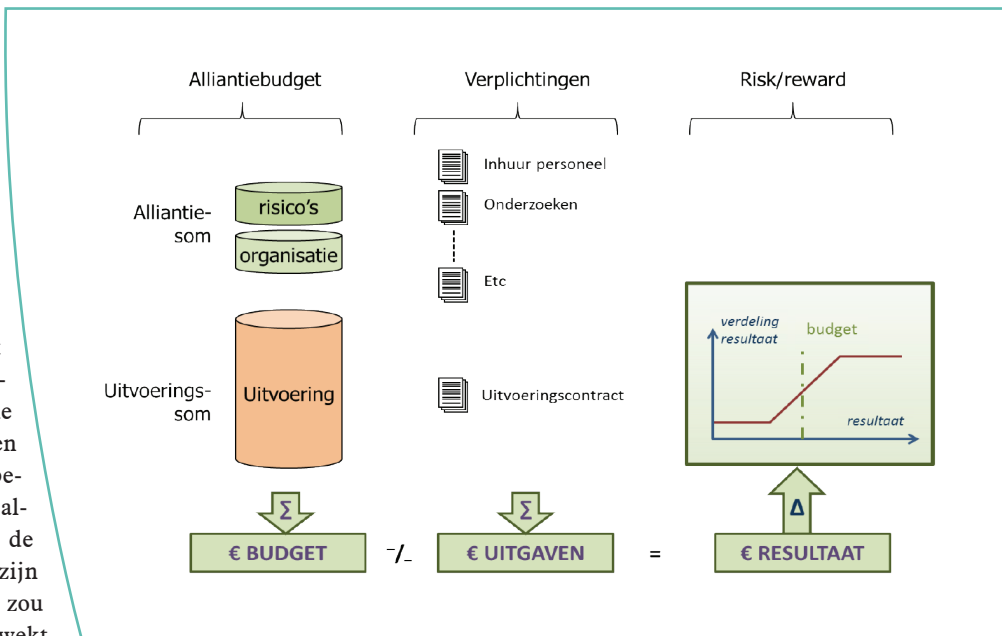
als bij de calculatie te hanteren gedetailleerde (eenheids)prijzen of wordt een methode van benchmarking afgesproken waarlangs aangeboden prijzen (kunnen) worden geverifieerd.

Ook hier geldt dat het voor een alliantie niet nodig is om op voorhand over een opdrachtnemer te beschikken die heeft aangegeven het project voor een bepaald bedrag uit te zullen voeren. Wat dat betreft kan de uitvoeringssom even goed worden gezien als een voor de uitvoering beschikbaar budget, waaruit door de alliantie voor die werkzaamheden die de opdrachtnemer normaliter buiten zijn onderneming in onderaanneming zou opdragen, concurrentie wordt opgewekt. Daarbij brengt de opdrachtnemer zijn kennis als construction-manager in. In dat geval zijn gedetailleerde afspraken over prijsvorming minder opportuun. Natuurlijk is een mengvorm tussen beide modellen mogelijk en waarschijnlijk ook het beste als die projectspecifiek, met inachtneming van de werkzaamheden die de opdrachtnemer in zijn eigen onderneming kan uitvoeren, goed wordt vormgegeven.

Aanbesteden van een alliantie

Een opdrachtgever in de GWW zal over het algemeen verplicht zijn om zijn alliantiepartner te vinden via één van de in de Aanbestedingswet 2012 opgenomen aanbestedingsprocedure. Daarbij ligt de concurrentiegerichte dialoog of de onderhandelingsprocedure met aankondiging voor de hand. Met die keuze zullen weinig opdrachtgevers moeite hebben.

Van geheel andere orde is de vraag of de keuze voor een alliantiepartner rechtstreeks, of getrappt zou moeten verlopen. Van beide vormen zijn enkele Nederlandse voorbeelden bekend.⁷ Die keuze hangt ons inziens sterk af van de omvang, planning en het karakter van de te vormen alliantieorganisatie. Is er sprake van een smal en goed af te bakenen alliantiedomein en van goed calculeerbare en beheersbare risico's, of van een alliantiebudget waarin een substantieel deel gereserveerd is voor na contractsluiting in concurrentie te brengen uitvoeringsopdrachten, dan lijkt een rechtstreekse keuze geïndiceerd. In andere gevallen - breed domein en diffuse en niet goed calculeerbare risico's of de uitvoeringssom ligt (vrijwel geheel) al vanaf de start vast - lijkt de getrapte keuze een meer in aanmerking komende vorm. Wanneer de opdrachtnemer in de aanbestedingsprocedure gevraagd wordt om in één ronde, naast een vaste uitvoeringssom, ook een breed scala aan -op dat moment voor hem nog diffuse- risico's te benoemen en te waarderen en daarvoor tevens beheersmaatre-



Figuur 3 - Financiële afspraken in de Alliantie overeenkomst

gelen voor te stellen en af te prijzen, dan zal hij zich in zekere mate laten leiden door opportunisme en het mogelijke inschrijfgedrag van zijn concurrenten. Daardoor kan een substantieel risico voor het welslagen van de alliantie ontstaan.

Noten

- ¹ Grond-, Weg- en Waterbouw.
- ² Bob van den Berg is partner bij Quooste B.V.
- ³ Alliantieprojecten in de industrie, NAP/DACE 1999.
- ⁴ Zie ook www.quooste.nl onder 'alliantiecontracten'.
- ⁵ Zie A.G.J. van Wassenauer en C.H.J. Thomas, 'www.werkinuitvoering21.com Interactief naar een nieuwe generatie bouwcontracten', Preadvies voor de Vereniging van Bouwrecht, no. 36, 2008, Hoofdstuk 1.1.
- ⁶ Zie bijvoorbeeld § 4, leden 7 en 8 UAV-GC 2005.
- ⁷ Rechtstreekse keuze bij beide SAAL-allianties en de Markermeeralliantie. Getrapte keuze bij de overige GWW-allianties. ■



MAURITS GERVER
PROJECTMANAGER SHELL

COST AND SCHEDULE CONTROL

Voorwoord van de redactie

Met dit derde artikel wordt het drieluik over project monitoring en control afgesloten. In de vorige edities van COSTandVALUE kwamen 'Planning en scheduling' en 'Cost Estimating' aan de orde. In deze editie komen beide onderwerpen samen in 'Cost and Schedule control'. Ook dit artikel is gebaseerd op het boek 'Management of Engineering Projects – People are Key' (Bakker & De Kleijn, 2014) waarin een fit-for-purpose project management aanpak en de mensen in het project team centraal staan.

1 Introduction

A project needs to have appropriate controls in place to make sure it is completed against the agreed project targets. Besides safety performance, risk management, quality and stakeholder management, the key aspects to control are cost and schedule.

Project controls includes the following primary steps:

- Perform project planning; establishing project cost and schedule baselines;
- Measure project performance;
- Compare measurements against the project plan and baselines;
- Take corrective actions as may be determined through forecasting and further planning.

In essence it comes down to applying the well known Deming circle: Plan, Do, Check, Act (PDCA-circle).

It is common to write a 'project controls plan' in which the above steps are described in more detail. A project controls plan typically includes:

- Project controls organization (organization chart, roles and responsibilities)
- Project planning, key milestones
- Project scope and execution strategy
- Schedule development and resource planning
- Cost estimating and budgeting
- Risk management
- Cost control
- Progress and performance measurement
- Forecasting

Samenvatting

Dit artikel gaat over het beheersen van de planning en de kosten, hetgeen in principe neerkomt op het toepassen van de alom bekende Deming cirkel: Plan, Do, Check, Act (PDCA-circle). Nadat de planning en de cost estimate zijn bepaald, is het belangrijk om de project performance te monitoren, te analyseren en bij te sturen. Er wordt kort ingegaan op het beheersen van de planning, waarna er in meer detail wordt ingegaan op cost control. Aan de hand van een eenvoudig

- Change management
- Project reporting

Sometimes additional topics, like document control or auditing, can be included, depending on the tasks assigned to the project controls team.

It is also important to realize that in most projects multiple contractors are involved in the execution, all performing their own project controls and reporting. Therefore large complex projects require an integrated project controls plan that clearly describes the interfaces with all contractors involved.

Another important aspect of project control is 'management of change'. A project requires a formal process to identify, assess and approve changes to the approved project plan and to capture the impact on schedule and cost.

Next the basis of schedule control, cost control and management of change will be explained.

2 Schedule control

The first step is to establish a baseline schedule. This is normally the schedule that, together with the projectscope, execution plan and baseline cost estimate, is authorized at project sanctioning. Although most likely more detailed execution schedules will be developed later on, schedule performance shall usually be measured against the approved baseline schedule.

voorbeeld wordt de Earned Value Analyse (EVA) uitgelegd. Dit is een methode om de planning en cost performance van een project te bepalen en tevens een voorspelling te doen over het uiteindelijke resultaat. Net als voorgaande artikelen wordt ook dit artikel afgesloten met een korte reflectie op het 'fit for purpose' beheersen van een project.

The schedule is typically based on a Work Breakdown Structure (WBS), or Product Breakdown Structure, and progress will be monitored for the individual WBS elements. The level of schedule detail for each element and the WBS level at which progress is measured, depends on the complexity of the scope and schedule risks. For example applying a new technology which is on the critical path of your project requires more rigorous progress monitoring than a routine task with significant float.

To measure progress, it is important to be able to measure real physical progress. Physical progress is the percentage of work scope completed at a certain date. It is determined by using pre-defined, objectively measurable achievements, like the number of completed engineering documents, or meters of pipeline installed. To determine the overall project progress, weighting can be applied to different WBS elements to reflect their relative contribution to the physical progress.

On a complex project there may be many parties involved in providing progress data. Contractors will monitor and report progress for their specific scope of work. The project planner will have to check and integrate all progress data to determine the overall project progress. The amount of involvement of the owner's planner also depends on the type of contracts. A lumpsum turnkey contract requires less involvement from the owner's planner than managing a reimbursable contract.

When there are major changes of the project scope, or the actual progress deviates significantly from the original baseline schedule, it can be decided to establish a new baseline to measure progress against: re-baseline. The need to re-baseline often results from poor project definition, significant unforeseen problems and/or poor project control (AACE, 2014).

3 Cost control

AACE International defines cost control as "the application of procedures to monitor expenditures and performance against progress of projects or manufacturing operations; to measure variance from authorized budgets and allow effective action to be taken to achieve minimum costs" (AACE, 2014).

During the early project development phases, before formal project approval, cost control basically comes down to managing all cost related to studies, design and engineering, owners team and other early third party services. Sometimes it also includes procurement of long lead items, to reduce project duration and risk after sanctioning. As soon as a final investment decision has been taken and there is an authorized budget to deliver the project, cost control becomes more advanced.

The first step is to establish a baseline estimate, usually being the authorized budget at project approval. The cost performance will be measured against this initially authorized budget and any budget

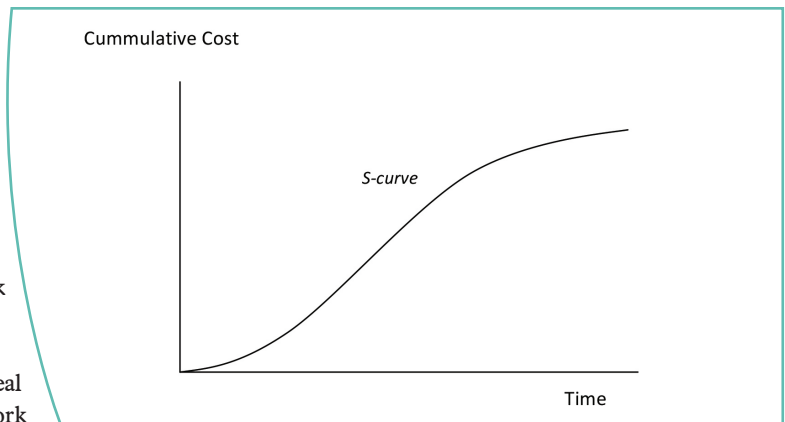


Figure 1 - Cost S-curve

changes that were approved since sanctioning.

The level of detail at which cost control needs to be performed, depends on the specific scope of work and associated risk. Since the cost estimate is broken down according to the WBS elements, it can be decided for each element how to perform cost control and which supporting data to collect. For example a low risk WBS element being executed under a lumpsum contract requires less stringent cost control than high risk scope being executed on a reimbursable basis.

Since the same WBS activities and deliverables as included in the cost estimate are also in the schedule, the cost (CAPEX) phasing over time can be determined. The cost phasing can be visualized in a typical S-curve (see figure 1), also often used for cost control and reporting.

Besides an s-curve presenting cumulative cost over time, there are many different s-curves being used for project control and reporting. For example showing actual man hours, earned man hours, installed quantities or resources over time.

Next a commonly used integrated cost and schedule method will be described, the Earned Value Analysis.

Earned Value Analysis

Earned Value Analysis (EVA) is a quantitative method for evaluating project performance and predicting final project results, based on comparing the progress and budget of work packages with planned work and actual costs. The advantage of EVA is that both cost and schedule performance can be analyzed using one method based on cost or monetary value.

To explain the EVA method some key terms need to be defined (Diederick & Van Biezen, 2011).

- The Earned Value (EV) of a work package, or the whole project, equals the sum of budgeted cost of the work performed to date. EV is also called the Budgeted Cost of Work Performed. Therefore EV is not the same as the actual cost of work performed.

- The Planned Value (PV) equals the sum of budgeted cost of the work scheduled to date, also called Budgeted Cost of Work Scheduled.
- Actual Cost (AC) is the sum of all actual cost to date, also called Actual Cost of Work Performed.
- Actual Time Spent (ATS) is the total duration from start to date.
- Budget At Completion (BAC) equals the sum of all budgeted cost till the end of the project.
- Time At Completion (TAC) is the planned overall duration from start till end of the project

EVA example

The table below shows the planning of 5 activities over 10 months, including the budgeted cost and planned spend per month (k Euro) for each activity.

Table 1. Activity planning and cost

	Cost	Time (months)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Activity 1	€ 5,000	5k											
Activity 2	€ 10,000		10k										
Activity 3	€ 25,000			5k	20k								
Activity 4	€ 75,000			5k	10k	15k	25k	15k	5k				
Activity 5	€ 10,000										5k	5k	

Figure 2 - EVA example

The definitions above can be used to analyze cost and schedule performance in the following way.

To analyze schedule performance the Schedule Variance (SV) or Schedule Performance Index (SPI) can be determined. Both measures indicate whether the project runs ahead or behind schedule.

- $SV = EV - PV$ (positive number: ahead of schedule, negative number: behind schedule)
- $SPI = EV/PV$ (number > 1: ahead of schedule, number < 1: behind schedule)

The cost performance can be analyzed looking at the Cost Variance (CV) or Cost Performance Index (CPI). Both measures indicate if the project runs over or under budget.

- $CV = EV - AC$ (positive number: under budget, negative number: over budget)
- $CPI = EV/AC$ (number > 1: under budget, number < 1: over budget)

Next the overall project duration and cost can be forecasted, taking into account the project performance to date.

The Estimated Time at Completion (ETAC) gives a forecast of the overall project duration, taking into account the schedule performance to date.

- $ETAC = TAC/SPI$ (a $SPI > 1$: forecasted duration shorter than planned, $SPI < 1$: forecasted duration longer than planned)

From the ETAC the Estimate To Complete (ETC) can be derived, being the remaining forecasted time to complete the project.

- $ETC = ETAC - Actual\ Time\ Spent\ (ATS)$

For each activity the EV is calculated, using the actual % complete. The table below shows the % complete, EV, PV and Actual Cost.

Table 2. EVA calculations

		% complete	EV	PV	AC
Activity 1	€ 5,000	100%	€ 5,000	€ 5,000	€ 4,000
Activity 2	€ 10,000	100%	€ 10,000	€ 10,000	€ 12,000
Activity 3	€ 25,000	75%	€ 18,750	€ 25,000	€ 15,000
Activity 4	€ 75,000	10%	€ 7,500	€ 15,000	€ 7,500
Activity 5	€ 10,000	0%	€ -	€ -	
	€ 125,000		€ 41,250	€ 55,000	€ 38,500

The project schedule and cost performance can now be calculated:

- $SV = 41,250 - 55,000 = -13,750$ (running behind schedule!)
- $SPI = 41,250 / 55,000 = 0.75$
- $CV = 41,250 - 38,500 = 2,750$ (budget underrun)
- $CPI = 41,250 / 38,500 = 1.07$

So although the project is running behind schedule, the cost performance looks positive.

The schedule and cost forecast can also be calculated:

- $ETAC = 10 / 0.75 = 13.3$ months
- $ECAC = 125,000 / 1.07 = 116,667$

Figure 3- EVA example

The Estimated Cost at Completion (ECAC) gives a forecast of the total cost at completion of the project, taking into account the cost performance to date.

- $ECAC = BAC/CPI$ (a $CPI > 1$: forecasted cost at completion under budget, $CPI < 1$: forecasted cost at completion over budget)

From the ECAC the CTC can be derived, being the remaining cost to complete the project.

- $CTC = ECAC - Actual\ Cost\ (AC)$

The importance of using Earned Value in the performance analysis will be illustrated by a very simple example, in which the contribution of the activities to the overall progress (see figure 2 & 3) is

weighted equally.

Looking at the EVA analysis above, management could decide to take measures to reduce the schedule delay. This depends of course on the project value drivers and possibilities to speed up the work. Adding more people to the job or introducing double shifts might be a solution, but will come at a cost. The situation above will likely also trigger a closer review of the cost forecast, as cost are normally going up in case of a delay!

In practice the analysis of schedule and cost performance and forecasting is much more complex, but the EVA method can still be used as a basic check. The next section is about the basics of change management.

4 Management of change

From the early phases onwards it is critical to manage project changes adequately to avoid scope creep, schedule delays and cost increases. Normally there is an approved project baseline against which changes are being assessed and formally approved before implementation. Some examples of changes are change of original business premises, additional safety or operational requirements, change of execution plan etc. Depending on the change there can be several disciplines, or even contractors, involved in assessing the impact of the change.

For most projects it is common to have a formal change management process to identify, assess and approve changes to the project plan and to capture the impact on schedule and cost. Depending on the impact of a change, project management or a more senior level approves the implementation of the change.

To assess the cost impact, it is important to differentiate between changes due to already identified uncertainties and unexpected scope changes. The first category is likely already included in the contingency and therefore does not require additional budget. If the change concerns unforeseen additional scope, the budget needs to be increased.

Management of change requires discipline from the project team and other parties involved. All parties involved need to follow the formal change management process and all relevant disciplines need to assess the impact of the change. It happens in practice that, due to time pressure, changes do not follow the formal change process, which can lead to unsafe situations or unpleasant schedule or cost surprises later on. An often heard reason not to follow the change management process is because it simply takes too long. Especially during construction there is not much time to wait for the formal approval of a change before implementation. Therefore it is key to structure the process such that the turnaround time is as short as possible, and at least the relevant people have reviewed a change before formal approval.

5 Fit for purpose project controls

As already explained in the previous articles, it is important to apply the right level of cost and schedule control for a project in each

lifecycle phase. It starts with preparing cost estimates and schedules with the right level of detail, and next to have the right checks and balances in place aligned with the project's value drivers, scope, risk and contracting strategy.

Again, building a multi-billion dollar chemical plant under a joint venture with a consortium of contractors requires a different level of control than building a small size pedestrian bridge by one contractor with a lumpsum contract.

Finally it is important to remember that there are many stakeholders with different interests when it comes down to controlling a project. Just a few examples to illustrate situations that have occurred in practice:

- Management decreasing the baseline cost estimate to get a project sanctioned;
- A construction contractor reporting more construction progress than actually made to meet a project milestone and receive the milestone payment;
- A project manager forecasting the overall project cost too optimistic to positively influence his appraisal at year-end;
- An engineering contractor not making any effort to improve the engineering efficiency, aiming to maximize the engineering man hours under a reimbursable contract.

It requires an experienced project team to recognize these different interests, challenge the data received for cost and schedule control and push back to stakeholders in case needed.

It also requires experience to avoid 'wishful thinking' when forecasting project duration or the overall project cost. It is a known issue that most people are too optimistic about project execution and resolving problems along the way. This often leads to too over-optimistic schedules and cost estimates.

In summary, a project team should have the right level of competencies and experiences to recognize the pitfalls, manage relevant stakeholders and pro-actively manage schedule and cost.

Reference list

- Bakker, H.L.M , de Kleijn, J.P, 2014, Management of Engineering Projects, 1st edition, NAP, The Netherlands
- AACE. (2014). AACE International Recommended Practice No. 10S-90: Cost Engineering Terminology. AACE International.
- Diederick&VanBiezen. (2011). Zakboek geslaagd project management. Houten: Spectrum. ■



IR. F. (FEDDE) TOLMAN
KOAC-NPC

Timme Hendriksen, Jarno Kamps, Camiel Meijneken and Louis Latorre Geurts, all employed by Prorail and Bert Schilder (De Haan & Martojo), are acknowledged for organising the workshop in co-operation with the authors and reading the manuscript. Bert Schilder collected the data and produced tables 5 and 6. Prorail is acknowledged for the case information.

THE VALUE OF PROBABILISTIC RISK ANALYSIS FOR VALUE MANAGEMENT

1 Introduction

1.1 Integrating VE and RA

Value Engineering (VE) is focussed on finding the best performance-cost ratio of several options. In this process risks are usually implicit and therefore in fact unknown. Severe under- or overestimation may be the consequence. Risk Analysis (RA) usually departs from a fixed option. This option is modelled and deviations in values of variables and parameters are determined. Also is the modelled option extended with not objected but possibly relevant elements and events. Obviously integration may be to the advantage of both VE and RA and deserves further investigation.

The DACE special interest groups Probabilistic Risk Analysis (SIG PRA) and Value Management (SIG VM) have organised a one-day workshop on February 12th 2015 for the purposes of getting better insight in the nature and extend of the assumed advantages and the also likely present difficulties. Also a practical gain would be promoting collaboration between the two DACE SIG's. Both SIG's presented the basics of PRA and VE to the other SIG in earlier meetings. The relevant techniques were therefore assumed known on this day.

The workshop case was a Prorail supplied real life project, a fauna-transfer across the parallel railroad Weert - Eindhoven and

motorway A2 in The Netherlands. The project details were available in 3 stages of development of the project, the 3-rd phase consisting of 3 alternatives resulting from an earlier VE study. So in total 5 alternatives were available. Also a RA of the project was available.

General case information was sent to the participants in advance to save reading time during the workshop.

Further information was delivered to the participants in proportion to the information available in practice per phase. This means that in the process more detailed drawings were handed out, facts increased in number and exactness and response to questions became more extensive and certain.

The 18 participating analysts, excluding the 6 person's organisation, were divided in 3 parallel operating teams. The statistics of the 24 persons present are presented in table 1.

type of employer		SIG	
consultant, knowledge institute	12	Value Management	16
government	10	Probabilistic Risk Analysis	6
industry	2	other	2

Table 1 - Statistics participants.

Samenvatting

Value Management (VM) en Risk Analysis (RA) zijn op zichzelf staande vakgebieden. De verwachting is dat integratie voordelen biedt. De DACE SIG's VM en PRA (Probabilistic Risk Analysis) hebben een 1-daagse workshop georganiseerd om een daadwerkelijk project vanuit beide invalshoeken te bezien. Er zijn 3 fasen van projectontwikkeling beschouwd met in de derde fase 3 scenario's. Er zijn risico analyses uitgevoerd door 3 parallel opererende teams van praktische deskundigen.

De voornaamste bevinding is dat de onzekerheden in een waardebeoordeling afnemen met ontwikkelende fasen. Deze ogenschijnlijk logische conclusie is in zijn algemeenheid

ongerechtvaardigd, omdat het voorbarig optimisme is, dat de tevens toenemende complexiteit door de toenemende kennis ingetoomd wordt. Integratie van VM en RA is dus voor beide vakgebieden zinvol.

De tweede belangrijke bevinding is dat ondanks de gestandaardiseerde werkwijze de resultaten tussen de 3 teams sterk uiteenlopen. De verschillen kunnen niet zonder meer aan gebrekkige deskundigheid van de deelnemers geweten worden. Ook de gebruikte werkwijze kan mankeren. In beide gevallen kan deze werkwijze niet als een algemeen toepasbaar gereedschap worden gezien.

1.2 Case

Figure 1 is an overview photo of the fauna-transfer under construction. The main elements are the railway (front), the motorway (behind) and an underground gas pipe-line in front of and parallel to the motorway (left side of the photo), crossing the terrain right of the fauna-transfer and proceeding parallel to the railway (right side of the photo). Elements in the environment are a farm (left), a restaurant (right) with an access road viaduct over the motorway and a military site at some distance and in line of the fauna-transfer (front), which is not visible in the photo. The project scope in the order of 12,5 M€ includes a risk of approx. 0,6 M€. The available information consisted of some technical descriptions, schedules, and budgets of the various scenarios from the VE study.

2 Research design

2.1 Goals

The pursued goals and interested parties are:

- introducing PRA in VM (SIG VM)
- obtaining data for judging RA's in general (SIG PRA)

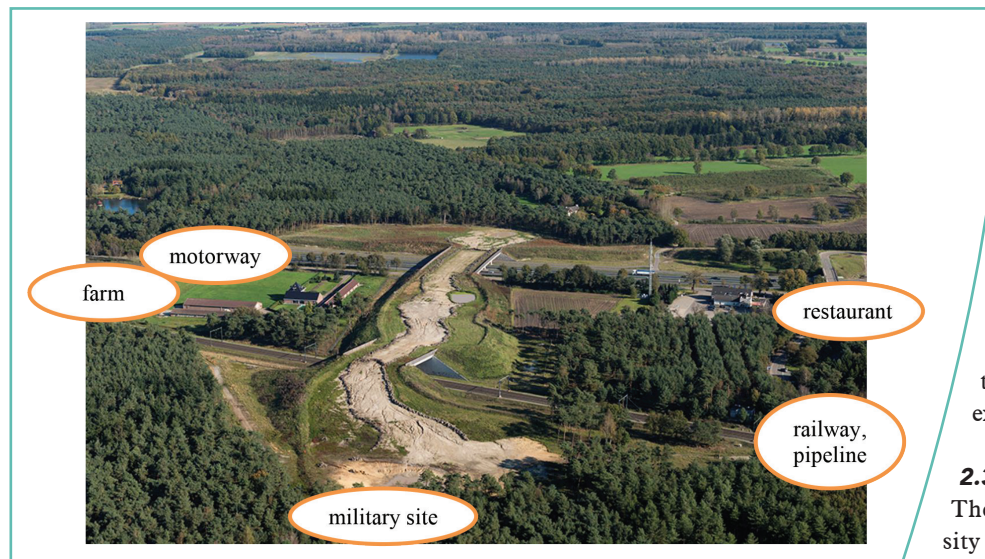


Figure 1 - Situation fauna-transfer

- co-operation of SIG's (DACE)
- promoting the areas of VM and PRA (DACE)
- improving quantification, as value analysis in practice is rather qualitative (SIG PRA)
- improving decision making by learning from the case (Prorail)
- personal learning (participating risk and value analysts)
- business matching (participating consultants)

2.2 Method

The Customers Requirement Specifications was sent to the participants to be read in advance to save time during the day. This document contains information on:

1. location and the existing and desired situation
2. systems engineering in this project
3. lists of relevant documents
4. stakeholder analysis
5. stakeholders requirements

In two brief presentations the case and the procedure were presented at the start of the day. The pursued method was to carry

out a standard RA method on the 5 alternatives and compare the resulting probability density functions (pdf).

Each team had an elected chairman, who summarized the supplied information prior to the RA and managed the prescribed procedure to completion in the time available. In addition, a reporter had the tasks of putting the results in a spreadsheet and formulating and presenting the conclusions of the team. Each team was assisted by a project expert. The time available was ¾ day.

2.3 Projected results

The planned result is the probability density functions, as schematically presented in table 2.

Ensuing the data will be reduced to a characteristic value defined as mean plus standard deviation. Comparing the traced risks mutually over the phases and the scenario's and to the earlier determined project costs by Prorail in all 5 cases indicates the importance of a RA as part of a VE study. Comparing the risks over teams gives insight in the effectiveness of the chosen RA procedure in combination with the level of expertise of the participating analysts.

	team 1	team 2	team 3
phase 1			
phase 2			
phase 3 scenario 1			
phase 3 scenario 2			
phase 3 scenario 3			

Table 2 - Schematic planned result

3 Value Analysis

Three phases of project development are considered:

1. functional design
2. spatial design
3. technical design

phase	description	cost (M€)	performance	performance per cost
1	50 m wide fauna-transfer	19,5	32	1,64
2	40 m	16,8	31	1,85
3.1	30 m	14,2	22	1,55
3.2	50 m; changed routes of pipes	12,6	35	2,78
3.3	40 m; changed routes of pipes	11,0	32	2,91

Table 3 - Results VE

class	probability	consequence (% of budget)
1	< 1%	< 1%
2	1%-10%	1%-2%
3	10%-25%	2%-5%
4	25%-50%	5%-10%
5	> 50%	> 10%

Table 4 - Standard classes

In the 3-rd phase there are two VE alternatives, so 5 risk analyses per team are made.

The VE of Porail consisted of

- function analysis by applying FAST (Function Analysis System Technique)
- developing alternative solutions
- evaluating alternatives (quality versus cost)

In phase 1 all requirements are met rather uncritically. A possible reduction of the width of the fauna-transfer is considered in phase 2, resulting in a reduction of costs with only marginal loss of functionality. In phase 3 the further reduction of width and changing the routes of the existing gas (Gasunie) and nafta pipes (Sabic) were studied. A further reduction in width causes a big loss in functionality: larger deer would not use such a narrow passage. Changing the route of the pipelines would strongly reduce the structures to be built, not only sa-ving costs but also improving the performance a bit. The considered options and consequences are summarised in table 3.

4 Risk Analysis

4.1 Standard procedure

Most risk assessments begin with a list of potentially unwanted events from a given (project) design by a team of project members and stakeholders. Individual experiences and common habits are often the major sources. Next opportunities and consequences are classified. Finally, stakeholders bearing the consequences and persons responsible are assigned per risk for executing measures in case events occur.

The usual RA therefore involves the following steps:

- derive uncertain events from the project description (often as a



Figure 2 - Standard risk analysis in progress

- kind of ‘brainstorm’)
- determine the common
 - o (top) causes, the basis for the chance of occurrence
 - o (end) effects, both positive and negative: mind the sign
- quantify
 - o the effects q in appropriate units, in this case €
 - o the probabilities p, a number $0 \leq p \leq 1$
- specify what should happen with the risk, e.g.
 - o improve design
 - o sell to contractor or insurer
 - o await occurrence and emergency measure in case
 - o nothing
- assign stakeholders (both those who bear the consequences and responsible personnel for action)

As a first quantification step classification as e.g. in table 4 is often used. A PRA employs a probabilistic calculation, requiring marginal probability density functions (pdf’s) and correlation coefficients ρ as input. Information is usually insufficient for reasons of time, statistical information and statistical expertise of the discipline experts. A reasonable balance between and cost and value of risk information has to be pursued. Therefore, pdf’s are often assumed triangular - based on estimated minimum, mode and maximum - and either each $\rho = 0$ or each $\rho = 1$. The classed data collected during the workshop is used for probabilistic calculations by a Monte-Carlo method based software program.

Due to the rather short time available for the RA, additional instructions were:

- derive uncertain events from the documentation (phase 1 – 3.1: 30 min. / phase 3.2 and 3.3: 15 min.)
 - o list the possible risks (within the time limits)
 - o select the most serious candidate risks relevant for VM decision making
- agree in the team (30 / 15 min.) on
 - o (starting) causes, indicating the probability of occurring
 - o (final) consequences, both positive and negative, mind the sign
- quantify (30 / 15 min, in the phases 1 and 2 as classes and in phase 3 as minimum, mode and maximum)
 - o the consequences q in k€
 - o the probabilities p where $0 \leq p \leq 1$
- do not consider

- o pdf
- o ρ , choose events as independent as possible by further splitting or combining

The maximum number of events that should be considered per phase is 15. The other events have been collected in one item. The risk assessment should result in an adjustment of the deterministic cost estimate to a stating of probabilistic key figures. Arguments should be added and adjusted per phase on basis of the newly added information. Experience with the type of project may give an indication of the total risk in general. This general knowledge should be used and presented separately. It turned out that no such information was produced explicitly. Project experts were assisting for answering questions on the matter. These instructions proved to be efficient in carrying out the full program.

4.2 Results

The results of the risk analyses were tables with identified risks and value-estimations of consequences and probability classes, which formed input to the risk calculation programme @Risk. As planned and for reason of time, only the resulting pdf's and not the considerations to the individual risks were studied. The results are presented in table 5. On the horizontal axis are the risks in M€. Tables 6 and 7 contain the calculated numbers. The average coefficient of variation is about $cv = 0,7$. The quotient of median and average is 0,9, indicating some skewness. The peaks at events with small value indicate that there are many small risks are detected. The pdf with two peaks indicates that also in the alternative events with big consequences occur.

In team 2 and 3 is convergence to ever better project control with increasing phasing. The

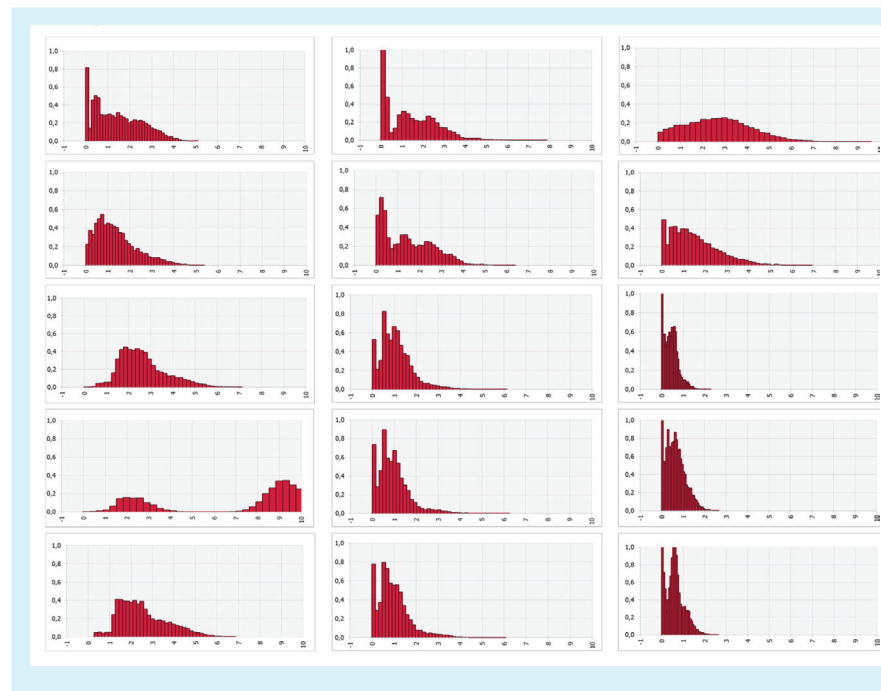


Table 5 - pdf's

	team 1			team 2			team 3		
	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>me</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>me</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>me</i>
phase 1	1,5	1,1	1,3	1,4	1,2	1,2	2,7	1,5	2,7
phase 2	1,4	1,0	1,2	1,5	1,2	1,3	1,5	1,1	1,3
phase 3 scenario 1	2,7	1,1	2,5	1,1	0,7	1,0	0,2 ¹	0,3	0,0
phase 3 scenario 2	7,0 ¹	3,3	8,7	1,0	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5
phase 3 scenario 3	2,3	1,1	2,1	1,0	0,7	0,8	0,5	0,4	0,5

¹ this team considered a big risk ($p \approx 0,7$ and consequence of 7 – 8 M€), resulting in 2 peaks in the pdf

Table 6 - Characteristics of the pdf's (*m* = mean, *s* = standard deviation, *me* = median)

	cv = s/m (width)			me/m (skew)			m+s (characteristic)		
	team 1	team 2	team 3	team 1	team 2	team 3	team 1	team 2	team 3
phase 1	0,74	0,88	0,55	0,88	0,86	0,98	2,5	2,6	4,2
phase 2	0,69	0,78	0,74	0,86	0,88	0,87	2,3	2,6	2,6
phase 3 scenario 1	0,40	0,69	1,39	0,93	0,92	0,00	3,7	1,8	0,6
phase 3 scenario 2	0,47	0,76	0,79	1,24	0,89	0,93	10,3	1,7	1,1
phase 3 scenario 3	0,47	0,76	0,91	0,90	0,87	0,98	3,4	1,7	0,9

Table 7 - Relative risks (cv = coefficient of variation)

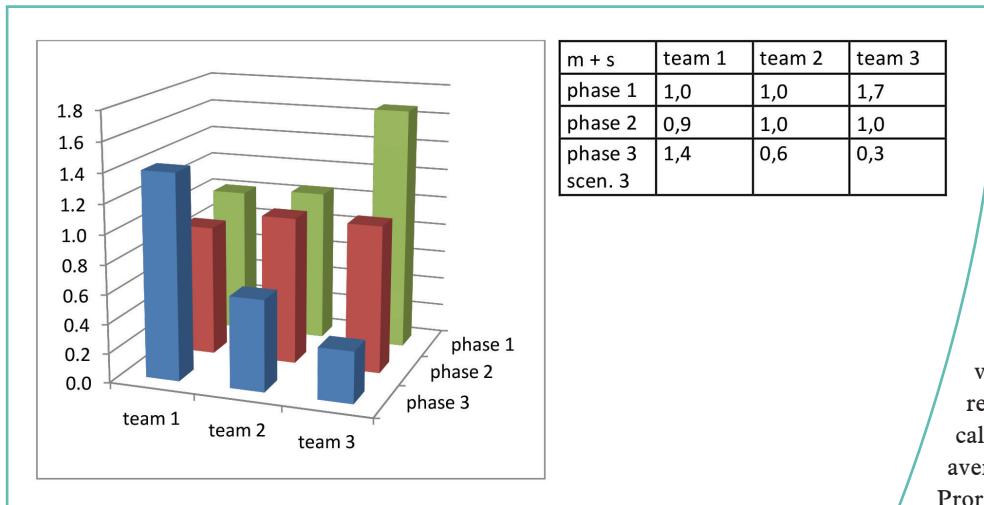


Figure 3 - Relative effects of differences in m+s between teams and phases

	cost (M€)	team 1	team 2	team 3
phase 1	19,5	0,07	0,07	0,14
phase 2	16,8	0,08	0,09	0,09
phase 3 scenario 1	14,2	0,19	0,08	0,02
phase 3 scenario 2	12,6	0,56	0,08	0,05
phase 3 scenario 3	11,0	0,21	0,09	0,04

Table 8 - Risk fraction of building cost

3 alternatives in phase 3 outrun each other not much. Team 3 sees in phase 3 many initially large risks.

Team 1 estimates the effects of events larger in phase 3 than team 2 and much larger than team 3.

The results of the PRA can not only be compared mutually, but also with respect to the estimated construction costs (table 3).

When only regarding the cases from figure 3, the estimated risk is about 10% on average with a standard-deviation of 5% (table 8, excluding the value of 0,56).

4.3 Benchmarks

To get some idea on the quality of these results in comparison with finished projects, a large investigation by Flyvbjerg, Holm,

Buhl 2002 may serve as a general benchmark. An average increase in costs from budget to settlement of the account may be set at 1,3, but when only accepting smaller probabilities of exceed it should be set at 1,7 (ca. 16%) or 2,1 (ca. 2,5%). See figure 4.

Traditionally, a project risk of 2% for very civil engineering standard works is often used. This seems to be at the very low end only covering small irregularities which are covered in practical adaptations. A more realistic 7% as an average for such irregularities is suggested. Prorail estimated a pdf as presented in figure 5 in phase 1. The class with the largest number has small consequences which might

be solved on the job. The large tail suggests that the design needs improvement.

Some proposed controls, and thereby mitigations, of risk were mainly related to agreements between Prorail and the other participants

- road manager (one supervising project leader instead of one for rail- and one for roadworks, a risk occurs)
- on beforehand division of costs of risk in case they occur, particularly on planning (lot of contacts and meetings) with pipeline managers
- treaties on local roads with involved communities
- agreements with neighbours (new partitioning between land-owners, visual planning of the restaurant)

Some needed additional works and events that occurred during the project are

- redesign of the vertical alignment of the gas-pipeline
- groundwater level and quality required an extra 30.000 m³ temporal depot
- an additional bicycle road was built
- foreseen extra wild life fences turned out to be superfluous
- the farmer put a claim for general damage of his business

5 Conclusions

1. In comparing the RA mutually, the traced risks vary between

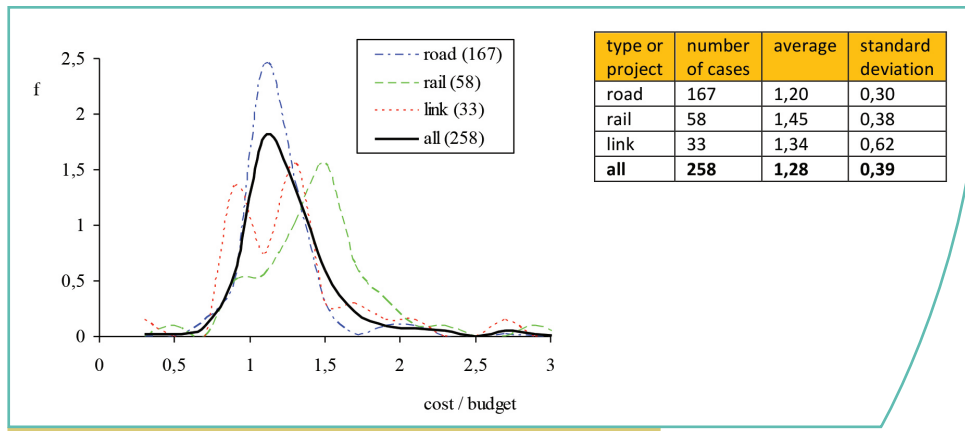


Figure 4 - project over budget based on data from Flyvbjerg, Holm, Buhl (2002) [Tolman 2014]

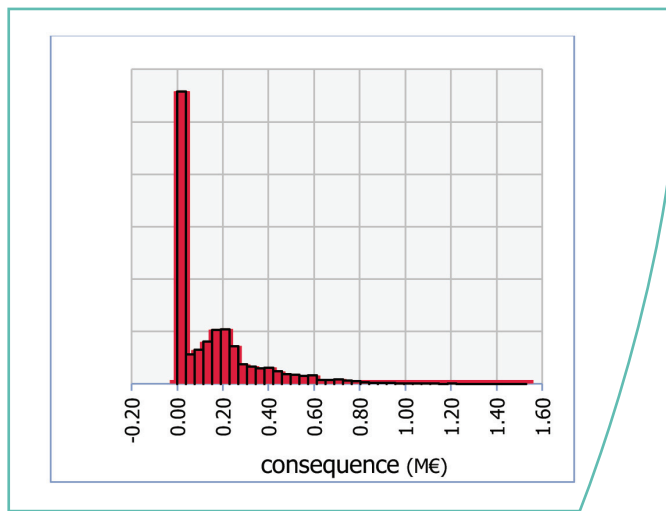


Figure 5 - Risks according Prorail, phase 1 (m = 0,16, stdev = 0,19, median = 0,01)

- 0,3 and 1,7 times the average risk (figure 3).
- 2. Two teams concluded to a decrease of risk with development of the project. One team, which was rather in line with the other two in phase 1 and 2, estimated the risks rather different in phase 3.
- 3. The estimated risk as fraction of the mean is 10% on average with a standard-deviation of 5%. This is optimistic with regard to the benchmark of realised risks (39%, figure 4). The idea of this comparison is that variation in project outcomes is caused by single events. The costs of risk is therefore as a rule a non-negligible part of a cost estimation.
- 4. Most RA's show a large number of small consequences (table 5). They are usually implicitly discounted in the plans and may in that case be left out of a risk analysis, except for checking whether their total is along the lines of normal expectation.
- 5. The pdf's are strongly asymmetrical to negative consequences. Apparently there are no positive effects in this project or there is no eye for them. An explanation may be that in the design all opportunities are exhausted.

- 6. Correlation of events is not considered, in line with common RA-practice, though its effect may be substantial. It is recommended to develop a procedure for estimating correlation.
- 7. In the chosen method the participants' subjective input is an important factor for the outcome. If the variations in results would only be addressed to lacking expertise of the participants. The used method is no common standard method. Apparently the standard procedures in combination with the level of expertise of analysts needs improvement. Either the procedures should be made more robust or – in case this should not be efficient – the RA expert level increased.

8. The contribution of accidents and deviations in engineering projects is in general substantial and therefore strongly effects the choices between alternative project designs, which is the domain of VE. Furthermore, VE adds the opportunity for RA to investigate ways of mitigation based on alternative functions instead of just technical solutions. The combination of substantiated costs and risks from RA and elaborated functions based on VE can create a basis for more reliable decisions. As the two knowledge domains VE and RA deviate in origin, principles and techniques, the matter of integrating both deserves serious attention.

Reference

Tolman, F.; How good is a probabilistic cost calculation; meeting DACE May 2014 <https://www.dace.nl/kennisbank/17690193>

Note

Throughout the paper characteristics that suggest Normal distributions are used only for reason of tentative interpretation, as the pdf's are rather far from Normal. Furthermore the composing probability density functions differ, so the central limit theorem is in principle not valid.

Voor kwaliteit hoeft u de deur niet meer uit.



Hét vakblad op uw deurmat: een
jaarabonnement kost € 19,50
Mail de uitgever: info@uitgeverijeducom.nl

www.hoeheetdatbedrijftoch.nl



Een website is een *must*. Maar een *must* creëert geen **goodwill**. Onderzoek toont aan dat *bedrijfstijdschriften* dit wel voor elkaar krijgen. *Mits in handen van een ervaren partij*. Dan hebben we het over **Educom**.
Met een track-record in redactie, vormgeving en marketing. Educom produceert al 25 jaar *communicatie voor verkoop*. Neem contact op als u goodwill kunt gebruiken.



Educom BV

Tel. +31 (0)10-425 6544
www.uitgeverijeducom.nl



YOUR MULTIDISCIPLINARY STANDARD FOR LABOUR PRODUCTIVITY NORMS



LABOUR PRODUCTIVITY GUIDE FOR CONSTRUCTION & MAINTENANCE IN INDUSTRIAL PROJECTS

This tool – issued by DACE, the Dutch network and knowledge center for Cost Engineering and Value Management – provides guidance in the use of Labour Norms for estimating in all kinds of disciplines that are involved in the construction and maintenance of industrial production facilities. The DACE Labour Norms give consideration to location (productivity) factors, indirect costs, overheads, profit & risk, condition factors and/or efficiency factors. DACE strongly recommends that owners and suppliers adhere to the DACE Labour Norms set to avoid misunderstanding and dispute.

DACE Labour Norms is a unique, world-wide accepted database, produced by DACE Special Interest Group Cost Engineering Process Industry.

DACE Labour Norms – Version 2.0 Dutch/English – can be ordered at DACE Bureau info@dace.nl or www.dace.nl

DACE members price: € 295,- (excl. VAT)
 Non-members price: € 495,- (excl. VAT)
 50% discount for Version 1.0 owners

DACE LABOUR NORMS

Added Value

- Cost Estimating, Planning & Cost Control
- Measurement of Productivity
- Tendering & Contracting
- Standardization
- Benchmarking

Bureau DACE

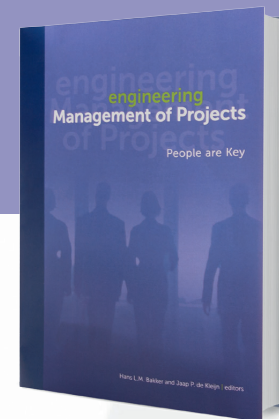
P.O. Box 1058
 3860 BB Nijkerk
 The Netherlands

Tel. +31 (0)33 247 34 55
 E-mail: info@dace.nl
 Website: www.dace.nl



MANAGEMENT OF ENGINEERING PROJECTS – People are Key

In our complex, 24/7 multicultural global society, the successful delivery of technical projects is an ever-growing challenge. With a focus on both the people who form the project team and a fit-for-purpose management approach, this demanding task can be done more predictably.



- Innovative view on project management by Delft University of Technology professor Dr. Hans Bakker and a group of senior professionals
- Basis for successful completion of both green and brown field projects in the process industry and infrastructure sector
- Building and leading your team to a higher level
- Comprehensive guide to manage projects more successfully, right through completion and start-up
- Inside look on future trends and challenges for the management of engineering projects
- A must-read document for project managers in both the process industry and infrastructure sector

MANAGEMENT OF ENGINEERING PROJECTS – People are Key is published by NAP, the Dutch Process Industry Competence Network. Professor Dr. Hans Bakker is affiliated with the chair Management of Engineering Projects at the Delft University of Technology in the Netherlands.



The Process Industry Competence Network

MANAGEMENT OF ENGINEERING PROJECTS – People are Key
 ISBN/EAN: 978-90-812162-0-3, hardcover, 328 pages, list price €59,50 excl. VAT
 Order via info@napnetwerk.nl. More information: www.napnetwerk.nl

Challenge Yourself at Fluor

We design, build, and maintain the largest and most complex projects across six continents. Fluor offers international jobs and career opportunities in engineering, construction, procurement, maintenance, and project management.



FLUOR[®]