

COST and VALUE

VAKBLAD VOOR COST AND VALUE ENGINEERS

JAARGANG 1 – NUMMER 1 – APRIL 2012

JOURNAL FOR COST AND VALUE ENGINEERS

YEAR 1 – NUMBER 1 – APRIL 2012

EERSTE
1
NUMMER

SSK IN KORT BESTEK

INVESTERINGSANALYSE: RENDEMENT EN RISICO

COST ENGINEER GEEFT MEERWAARDE BIJ INTEGRALE
BENADERING VAN BIM

ALLOCATING VALUE ADDING EFFORTS
TO CONTRACTING PARTIES

PROBABILITISCHE RISICOANALYSE VAN RAMINGEN

ANALYTICAL PROGRAM MANAGEMENT: AN APPROACH
FOR INTEGRATING COST, SCHEDULE AND RISK



Dutch Association of
Cost Engineers ICEC member



dhv.nl

Inhoudelijke uitdaging volgens Loes

“Met al die leegstaande kantoorpanden is het eigenlijk onbegrijpelijk dat er nog nieuwe worden gebouwd,” vindt Loes. “Dat is duurder dan een gebruikt gebouw duurzaam te renoveren.” Loes bewijst dat het anders kan. Met haar team boog zij zich over een van de eerste kantoortuinen van Nederland, het karakteristieke hoofdkantoor van DHV zelf. Door met een integraal team een uitgekiend pakket van verbetermaatregelen toe te passen is het gebouw weer toekomstgericht gemaakt: comfortabel en energiezuinig, met hergebruik van duurzame materialen. Bij de renovatie wordt het energielabel verhoogd van G naar A.

Niet de makkelijkste oplossing, maar die met het beste resultaat. DHV, altijd een oplossing verder.

Advies- en ingenieursbureau



...voor DACE een passend moment om COSTandVALUE te introduceren...

Voortschrijdend inzicht in de Board Room en moeilijke economische omstandigheden scheppen onbedoeld kansen voor Cost en Value Engineers. Meer dan voorheen hebben private en publieke investeerders behoefte aan een analyse van alternatieven om verantwoord te kunnen investeren. Een analyse waarbij per alternatief de vraag is welke waarde het oplevert tegen welke kosten. Voor DACE, Dutch Association of Cost Engineers, een passend moment om bij u COSTandVALUE te introduceren, de gedrukte spreekbuis voor alle professionals in onze beroepsgroep.

Kennis verzamelen en verspreiden is een hoofddoelstelling van de stichting DACE. Wij gebruiken daarvoor onze opleidingen, contactbijeenkomsten, Special Interest Groups, www.dace.nl en – samen met NVBK – de zoekmachine www.COSTandVALUE.org.

In 2011 is begonnen DACE-Bulletin met vakinhoudelijke artikelen om te vormen van clubblad naar vakblad, een ontwikkeling die positief werd ontvangen. Daarom is eind vorig jaar besloten om een onafhankelijk vakblad voor Cost en Value Engineers te starten. Daartoe heeft DACE een overeenkomst getekend met Uitgeverij Educom. Het resultaat ligt voor u!



**Dutch Association of
Cost Engineers ICEC member**

Wat is Cost Engineering?

Cost Engineers leveren onafhankelijke en betrouwbare kostenramingen en kostenbeheersing (project controls) ten behoeve van de ontwikkeling, voorbereiding, uitvoering en beheer en onderhoud van investeringsprojecten. Zij zijn professionele adviseurs, intern of extern, aan projecteigenaren, financiers of aannemers en worden ingeschakeld van de vroegste (front end) tot de laatste projectfase (close out). Zij baseren hun ramingen op de analyse van o.a. scope, planning (schedule), locatiefactoren, life cycle benaderingen en risico's. Zij hanteren daartoe zowel deterministische als probabilistische berekeningen. Cost Engineers zijn ondermeer actief in de procesindustrie, industrie- en utiliteitsbouw en grond-, water- en wegenbouw. Cost Engineers beschikken vanuit een technische achtergrond, met ontwerp- en uitvoeringservaring, en aanvullende opleiding over de benodigde rekenkundige, economische en contractuele kennis. Quantity Surveyors

COSTandVALUE zal zowel Nederlandstalige als Engelstalige artikelen bevatten. Doel is om in enkele jaren te groeien van 2 nummers per jaar met een oplage van circa 1500 naar 4 edities per jaar met een oplage van meer dan 2500. Minimaal de eerste twee jaar zullen DACE-deelnemers het blad gratis toegezonden krijgen.

Wij rekenen er op dat de bij DACE aangesloten bedrijven zullen erkennen dat COSTandVALUE een waardevolle bijdrage levert aan de kennis van de vakdeskundigen in het eigen bedrijf. Het blad beoogt vanuit diverse bedrijfstakken methodische kennis te publiceren op het gebied van o.a. het ramen en begroten van investeringskosten, kwantitatieve risico-analyse, Life Cycle Cost analyse, scheduling, project control en Value Management. Deze kennis wordt verzameld en vergeleken vanuit o.a. de procesindustrie, grond-, weg- en waterbouw, vastgoed, lucht- en ruimtevaart en software industrie. Daarbij zullen we ons zeker niet beperken tot Nederland, maar zullen we o.a. met behulp van onze ICEC zusterorganisaties ook artikelen uit internationale vakkringen publiceren.

Samen met u zien wij uit naar de ontwikkeling van COSTandVALUE tot een rijke bibliotheek aan kennis van methoden en ontwikkelingen in Cost Engineering en Value Management ter ondersteuning van de professionals.

Wij wensen u met dit blad veel ontwikkelingsmogelijkheden en leesplezier.

Het DACE bestuur

en Bouwkostendeskundigen bekleden soortgelijke functies als Cost Engineers, maar de naamgeving kan verschillen per taalgebied en/of bedrijfstak. Binnen een internationaal project bekleden Cost Engineers functies zoals cost estimator of project controller.

Wat is Value Engineering?

Value Engineers leiden of ondersteunen de methodische en multidisciplinaire aanpak om de waarde van een investering te analyseren en te optimaliseren. Waarde is daarbij gedefinieerd als de verhouding tussen prestatie (functie) en kosten. Functionele analyse door de Value Engineer en creatief brainstormen met een multidisciplinair team over alternatieven zijn belangrijke onderdelen van de Value methodologie. Value Engineers hebben een achtergrond in techniek of cost engineering en hebben een door SAVE International erkende opleiding gevolgd.

Kostenmanagement

Het juiste licht op uw cijfers

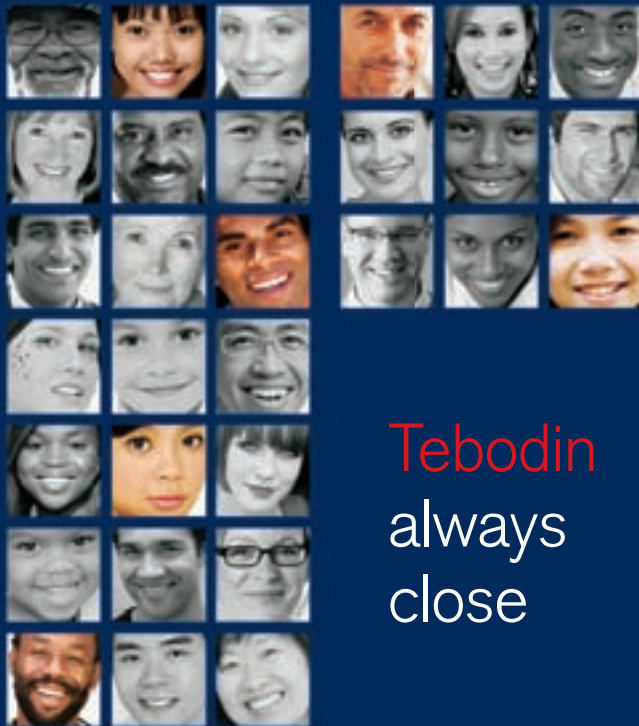
Goed kostenmanagement wordt steeds belangrijker. Omdat het een organisatie veel tijd, geld en gedoe bespaart. ARCADIS kan voor u de vinger aan de (financiële) pols houden tijdens alle procesfasen van een project.

Van haalbaarheidsstudies, variantenstudies, planstudies, contractvorming tot en met het bepalen van het meerjarig onderhoud, Life Cycle Cost-berekeningen en (onverhoopte) claimafhandelingen. Van exploitatieberekeningen, financiële rapportages, second opinions, Value Engineering tot aan volledig risicomangement of scopemanagement.

Vanaf het kleinste detail tot het hoogste abstractieniveau: Wat úw project ook nodig heeft, wij werpen het juiste licht op úw kosten.

Ga voor meer informatie naar www.arcadis.nl

Imagine the result



Tebodin
always
close

People are the basis for our success: clients, employees, partners and stakeholders. And many other people whose lives we want to improve through our work. That is what makes us a people's business. Close to the markets, in which our clients operate and close to their projects, in which we are personally involved.

Worldwide, local Tebodin. Always close.

Find out what we can do for you:

www.tebodin.com



VAN DE REDACTIE

Wij sluiten ons graag aan bij de woorden van het DACE bestuur. Het blad wordt gemaakt voor en door de lezers. Lezers die ook auteur zijn. Zo helpen wij elkaar aan nieuwe inzichten over het opstellen van ramingen en risico analyses, over het systematisch in beeld brengen van de verwachte waarde (prestatie, opbrengsten) van onze plannen en ontwerpen en over projectbeheersing. Dit zijn vaardigheden die voor een groot deel in de praktijk geleerd moeten worden. Daar wil dit blad bij helpen door praktijkkennis en ervaring uit te wisselen tussen engineers, die nu eens schrijver en dan weer lezer zijn.



...ACHTERGRONDEN VAN DE ANALYSES WAAROP BESLUITVORMING IS GEBASEERD...

COSTandVALUE bevat niet alleen kennis en nieuws voor Value Engineers en Cost Engineers. Ook projectmanagers, bestuurders en andere besluitvormers, in zowel private als publieke ondernemingen, geeft het informatie over de achtergronden van analyses waarop zij hun besluiten nemen: hoe komt een raming of een waarde analyse tot stand? Welke impliciete aannames of onzekerheden zitten er in de gehanteerde benaderingen? Hoe kan het dat ik de resultaten anders interpreteer dan een opponent?

In dit eerste nummer leest u onder de titel 'Investeringsanalyse: rendement en risico' een kernachtige beschrijving hoe een kosten-batenanalyse vanuit een financieel oogpunt in een investeringsbesluit kan worden meegenomen. De opstellers van de SSK methode, zoals die gebruikt wordt in de grond-, weg- en waterbouw, presenteren een samenvatting van hun ramingmethode: de Standaardssystematiek Kostenramingen. Aan de batenkant treft u o.a. een artikel over de toepassing van Value Engineering in Design & Construct projecten. Andere onderwerpen in dit blad zijn: BIM (Bouw Informatie Model) en Systeem- en risico-aanpak bij gebiedsontwikkelingsprojecten. Met dit palet aan onderwerpen, aangevuld met een interview met een collega 'In bedrijf', een column, verslagen van DACE seminars en aankondigingen van cursussen etc., hopen wij een lezenswaardig blad aan te bieden, dat u uitdaagt ook in de pen te klimmen om met uw collega's te delen wat uw visie op het vak is of wat de methoden zijn die uw bedrijf in 'real life' toepast.

*De redactie van COSTandVALUE
ir. Arno Rol, Hans Lammertse,
ir. Karel Veenliet, Robert Diederiks*

COLOFON

COSTandVALUE – JAARGANG 1 – NUMMER 1 – APRIL 2012

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 BV**
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. de Dutch Association of Cost Engineers (DACE). Vakblad COSTandVALUE werkt met een onafhankelijke redactie en redactieraad.

UITGEVER/ BLADMANAGER

Robert P.H. Diederiks

REDACTIE

Diederiks, Robert
Lammertse, Hans
Rol, Ir. Arno
Veenvliet, Ir. Karel

REDACTIERAAD

Diederiks, Robert *Directie, Uitgeverij Educom BV*
Gesink, Martijn *Kostenmanager Noordzuidlijn, Dyamo BV*
Koster, ing. Martijn *Office Estimating Manager, Fluor Haarlem*
Kuijvenhoven, Drs. Jarno *Project Control Manager, DSM Expert Center B.V.*
Rensen, Ing. Jos *Cost Engineer, AkzoNobel Engineering & Operational Solutions*
Rol, Ir. Arno *Projectmanager, Movares Nederland BV*
Schlagwein, Mw. Drs. Jacqueline *Cost Management, Arcadis Nederland BV*
Spitteler, Mw. Marion *Directie, Uitgeverij Educom BV*
Veenvliet, Ir. Karel *Hoofddocent, Universiteit Twente*

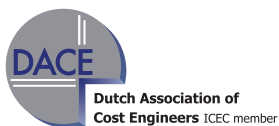
LEZERSSERVICE

Adresmutaties, abonnementen en nabestellingen doorgeven via info@uitgeverijeducom.nl

© Copyrights ISSN 2213-1507
Uitgeverij Educom BV
April 2012

Niets uit deze uitgave mag worden gereproduceerd met welke methode dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

HOOFDSPONSORS



Dutch Association of Cost Engineers

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

FLUOR

Fluor B.V.

Surinameweg 17, 2035 VA Haarlem
Tel. +31 (0)23 543 24 32
info@fluor.com www.fluor.com

SUBSPONSORS



Arcadis Nederland BV

Piet Mondriaanlaan 26
3812 GV Amersfoort
Tel. +31 (0)33 477 1266
info@arcadis.nl www.arcadis.nl



Tebodin Netherlands B.V.

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

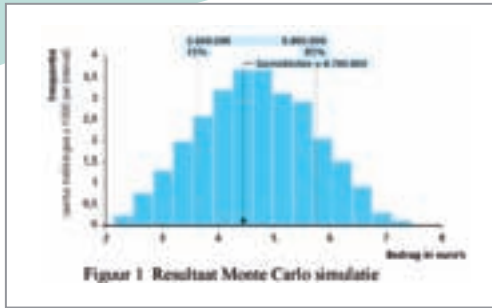
MEDE-ONDERSTEUNERS

DEERNS

Fleminglaan 10, 2289 CP Rijswijk
Tel. +31 (0)88 374 0000
contact@deerns.nl
www.deerns.nl

INHOUD

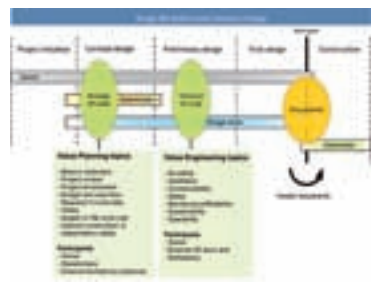
ACTUEEL 6 COLUMN 10
IN BEDRIJF 12 AGENDA 44



Economie *de Volkskrant, 21 sept. 2002*

Nieuwe investeringen DSM in supervezel

HEERLEN Chemisch concern DSM investeert 100 miljoen euro in vier nieuwe Amerikaanse productielijnen voor de supersterke polyethene-vezel Dyneema. Dit vezel wordt onder meer gebruikt in kogelvrije vesten, cockpitdeuren, helmen en bepantsering. Dat maakte DSM vrijdag bekend. De vraag naar Dyneema neemt vooral in de Verenigde Staten toe. De markt groeit niet alleen voor de bescherming van personen en voertuigen, maar ook voor veiligheidshandschoenen en allerlei sportartikelen. © ANP



14 SSK IN KORT BESTEK

19 INVESTERINGSANALYSE: RENDEMENT EN RISICO

28 COST ENGINEER GEEFT MEERWAARDE BIJ INTEGRALE BENADERING VAN BIM

32 ALLOCATING VALUE ADDING EFFORTS TO CONTRACTING PARTIES

36 PROBABILISTISCHE RISICO-ANALYSE VAN RAMINGEN

42 ANALYTICAL PROGRAM MANAGEMENT: AN APPROACH FOR INTEGRATING COST, SCHEDULE AND RISK



JULIUS FREUTEL
DACE

Opleiding Certified Cost Engineer

In september 2012 gaat weer de tweejarige post-hbo opleiding Cost Engineering van start aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN). Deze opleiding biedt ingenieurs de mogelijkheid zich te bekwamen in het begroten, plannen en beheersen van kosten van investeringsprojecten. Daarnaast komen o.a. ook project- en risicomanagement, life cycle costing, value management en cost accounting aan bod.

Na het succesvol doorlopen van alle modules, case-study en het schrijven van een technical paper ontvangt de cursist het DACE diploma 'Certified Cost Engineer', dat internationaal erkend is door ICEC (International Cost Engineering Council). Deze opleiding behoort tot de pijlers van DACE, die verantwoordelijk is voor de vaktechnische inhoud en de docenten, terwijl HAN de opleiding organiseert en faciliteert.

Cost Engineer belangrijker dan ooit

De Cost Engineer is de spil binnen een groot project. Nu de economische crisis aanhoudt in Europa zijn betrouwbare kostenramingen en strakke kostenbeheersing belangrijker dan ooit. Bovendien worden projecten steeds complexer en worden vaak op moeilijke locaties gerealiseerd (verafgeleged of juist in druk bevolkte gebieden).

Wie durft nog een overschrijding van zijn projectbudget of een vertraging te melden aan zijn stakeholder?

De Cost Engineer spreekt de taal van de ingenieur en begrijpt bijvoorbeeld de impact

van een scope-wijziging. Daarnaast kan hij het projectontwerp vertalen naar kosten en cashflow; de taal van de econoom. De Cost Engineer heeft een goed overzicht van alle aspecten van een project. Dus van de locatie, contracten, projectplanning, maar ook van risico's en incentives.

Ervaren vakdocenten

Alle docenten van de CCE opleiding hebben hun sporen verdiend in hun vakgebied en zijn betrokken bij complexe nieuwbouw of modificatieprojecten in de procesindustrie, energiesector of infrastructuur. 'Het niveau van de docenten maakt deze opleiding uniek in de Benelux.' Zegt Richard Slingerland, DACE bestuurslid Opleidingen. 'Het is belangrijk dat onze docenten uit het bedrijfsleven komen, want Cost Engineering is ook een sterk ervaringsgericht vak. Alle facetten van Cost Engineering komen aan bod, soms behoorlijk pittig, maar altijd wordt de theorie direct gekoppeld aan aansprekende praktijkvoorbeelden.'

Cursisten

De opleiding is redelijk intensief: twee jaar ongeveer 25 dagen (middag + avond) per jaar college in Arnhem en daarnaast zelfstudie, het maken van opdrachten en een case-study uitwerken. Wil Dings, Cost Estimator bij Tebodin en cursist in 2008-2010, meent: 'Het unieke van deze opleiding is dat alle facetten op een goed gestructureerde wijze aan bod komen en dat je ook leert hoe alles uiteindelijk samenhangt. De opleiding verruimt

je blik, mede ook doordat het breder is dan puur Cost Estimating en Cost Control, ook bijvoorbeeld planning en projectmanagement worden behandeld'.

Toekomst verzekerd!

Het blijkt dat cursisten die met goed gevolg de opleiding Cost Engineering hebben doorlopen, nieuwe inzichten en veel vak-kennis en vaardigheden op dit vakgebied hebben opgedaan. Het versterkt hun positie binnen hun bedrijf als de expert en klankbord voor het management m.b.t. kostenraming, economische evaluaties en cost control van complexe projecten. In feite zijn de Cost Engineers de rechterhand van de projectmanager en als zodanig onmisbaar voor elk project. Oud cursist Wil Dings merkt op dat goede Cost Estimators en Cost Control Engineers erg schaars zijn en dat er juist nu een grote vraag in de markt naar deze professionals is. Kortom, de toekomst van een Cost Engineer lijkt verzekerd!

DACE-HAN opleiding Certified Cost Engineer

Bent u ook bij investeringsramingen en kostenbeheersing van projecten betrokken en wilt u uw vakkennis vergroten en inzichten verdiepen?

In deze eerste editie van COSTandVALUE treft u een leaflet aan met meer informatie over de opleiding Certified Cost Engineer. U kunt zich aanmelden voor de cursus 2012-2014 via www.dace.nl of www.han.nl/ec/engineering. ■



Met gepaste trots gaan de geslaagde CCE-cursisten op de foto.

De 'parametrisch begroten uitdaging'

DACE Contactbijeenkomst 2011

Op 1 december vond de vierde en tevens de laatste DACE-contactbijeenkomst van 2011 plaats. De bijeenkomst, georganiseerd in samenwerking met ISPA, had een wat ander karakter dan gebruikelijk. In een Parametric Estimating Challenge (PEC) streden drie teams van jonge kostendeskundigen om de prijs voor de meest inspirerende aanpak van de parametrische begroting van een denkbeeldig project.

Leerervaring

René Berghuijs, voorzitter van de SIG Parametrische Analyse, leidde de interactieve workshop als volgt in. 'Altijd, maar zeker in de huidige moeilijke economische omstandigheden, moet de aandacht uitgaan naar het verbeteren van de kwaliteit van onze begrotingen. Beter, scherper en betrouwbaar, dat is een voortdurend streven. Daarin past een uitdagende workshop als deze, want wie is er niet benieuwd naar nieuwe inzichten, trends en talent binnen ons vakgebied? Enerzijds kun je een PEC beschouwen als een leerervaring in parametrisch begroten en presenteren voor jongere cost engineers, anderzijds kunt u als meer ervaren cost engineers meedoen in de discussie en zo uw kennis verdiepen.'

Naar aanleiding van een oproep in het DACE-netwerk hadden zich een aantal weken voor de contactbijeenkomst twaalf deelnemers gemeld om deel uit te maken van de drie te formeren PEC-teams. De teams kregen als opdracht parametrische cost estimates te maken van een oeververbinding door middel van een brug of een tunnel. Het verzamelen van gegevens was onderdeel van de challenge. De tijdsbesteding per team was gesteld op



40 uren. Aanpak en uitkomsten dienden 'en publique' gepresenteerd te worden voor een internationale jury, bestaande uit Hervé Joumier, juryvoorzitter van het ESA Costing Department en ISPA Board Member; Gerard Filé, hoofd van DHV's Cost Section en DACE-bestuurslid; en Jason Dechoretz, Senior Vice President van MCR en voormalig voorzitter van ISPA.

De deelnemende teams bestonden ieder uit 4 leden, afkomstig uit verschillende bedrijven.

Team DATA: J. Schlagwein (Arcadis), J. Pachocki (DHV), L. Wouters (Tauf B.V.) en G. Morren (Arcadis);
PEC-1 Team: E. Schulte Fischechick (Witteveen+ Bos), A. Paardekooper (Fluor), M. Roels (Tauf B.V.) en A. Klijn (Movares);
Team Bridging the Budget Gap: R. Huisman (Fluor), H. van der Zwaag (DHV), T. Dekkers (Galarath) en S. Hukriede (Jacobs)

Het speelveld

Onder de slogan 'Yes we can' gaf het Team DATA een boeiende presentatie van hun teamactiviteiten. Zij begonnen met het project in een context van lokatie-, technische en sociale aspecten te plaatsen. Voor de historische gegevens maakten zij gebruik van data van de tunnelboorfabrikant (slim) en leidde daaruit de Cost Estimating Relationship voor de tunnel af. Vervolgens werden de resultaten getest en aan een 3-tal sanity checks onderworpen, om daarna tot een begroting te komen. Hun uitzwaaier: no DATA – no parametric analysis.

Betrouwbare gegevens over het onderhoud van bruggen en tunnels zijn niet publiek toegankelijk. Beschikt men wel over dergelijke gegevens, dan moet je rekening houden met 'veroudering' in de tijd.

Het PEC-1 Team presenteerde een interessante parametrische analyse van de projectplanning en vergeleek daarbij de procedure doorlooptijden onder verschillende wetten. Dit team keek ook naar budgetoverschrijding

en concludeerde dat er op dit gebied nauwelijks sprake is van verbetering in de afgelopen 70 jaar (!).

Het Team 'Bridging the Budget Gap' maakte voor hun analyse gebruik van het 'ziekenhuis'-model zoals dat door de SIG PA ontwikkeld is. Daarnaast maakte dit team ook nog een analyse van de benodigde traffic control en safety systems.

Dilemma

Na afloop van de presentaties trok de jury zich terug voor intern beraad. De lengte daarvan leidde tot wat ongeduld in de zaal. Ze gaf tegelijk het dilemma aan waarvoor de jury stond, zo bleek uit de woorden van juryvoorzitter Hervé Joumier: "Als 'CE-cracks' zijn we toch weer verrast door wat de presentaties hebben opgeleverd. Alle drie de teams hebben de opdracht op zeer verschillende wijze uitgevoerd, zowel inhoudelijk als qua presentatie. Dat maakt de beoordeling erg lastig. Maar in ieder geval waardevol genoeg om te zien dat er niet één weg naar Rome bestaat en dat een workshop als deze aan zijn doel kan beantwoorden.'

Joumier meldde dat veel deelnemers de korte voorbereidingstijd wel een handicap vonden. "Misschien een handicap, maar we weten ook dat grote tijdsdruk voordeel kan opleveren als het gaat om creativiteit. Dat hebben we kunnen constateren. De jury heeft grote waardering voor de deelnemers, die deze 'challenge' naast hun normale werkzaamheden hebben volbracht. Dat zegt iets over hun motivatie om met dit vak bezig te zijn.'

De juryvoorzitter sloot af met het bekendmaken van het winnende team: Team DATA. 'Jullie verdienen dit vanwege de aanpak en uitwerking van deze case en door de overtuigende presentatie in woord en beeld.' De winnende teamleden kregen allemaal een ingelijst certificaat, de overige teams krijgen dit certificaat thuisgestuurd. ■



Telt succesvol eindresultaat of eigen belang van bouwondernemingen?

Bouwend Nederland en Turner starten onderzoek naar ketenintegratie in bouw- en infrasector

Bouwend Nederland en adviesbureau Turner onderzoeken de mogelijkheden en vooral de succesfactoren van ketenintegratie in de bouw- en infrasector. Werken bouw- en infrabedrijven samen om de eigen positie te optimaliseren, of vanuit een oprechte intentie om het beste eindresultaat voor de klant te realiseren? Die vraag staat centraal in het onderzoek. Meer dan driehonderd bedrijven met een omzet van minimaal 50 miljoen euro zijn benaderd, de resultaten worden in mei verwacht.

Bob Gieskens, hoofd brancheontwikkeling van Bouwend Nederland: 'Bouwprojecten in de B&U en GWW worden steeds complexer. Aan de ene kant zien we de ontwikkeling dat opdrachtgevers verantwoordelijkheden steeds meer en steeds vaker bij de opdrachtnemer leggen, ofwel bij het bouwbedrijf. Aan de andere kant zien we juist dat via co-makership oplossingen met opdrachtgevers gezocht worden. Beide ontwikkelingen leveren nieuwe uitdagingen op voor zowel opdrachtgevers als opdrachtnemers.

Opdrachtnemers hebben zich de afgelopen jaren verder geprofessionaliseerd om projecten succesvol te kunnen realiseren. Ook leverden onderzoeken in de afgelopen

jaren de eerste visies en nieuwe oplossingen op voor een verdere verbetering van die samenwerking. Daardoor zien we dat er meer moet gebeuren voor een echte transformatie; de samenwerking moet naar een nieuw niveau getild worden. Ketenintegratie is daarvoor het 'buzzword'. Het onderzoek dat wij samen met Turner uitvoeren moet daadwerkelijk de succesfactoren in beeld brengen, zodat we ketensamenwerking in de praktijk nog meer vorm en inhoud kunnen geven.'

Jeroen Dekkers, Practice leader Bouw & Industrie bij Turner: 'Terugkijkend op de grotere bouwprojecten van de afgelopen tien jaar, zien we nog niet genoeg grote successen.



Vaak is het eindresultaat kwalitatief goed, maar zijn doorlooptijden overschreden, is samenwerking met opdrachtgever lastig geweest en waren rendementen voor aanne-

mers teleurstellend. Waarom? Wat zijn de faalfactoren bij de implementatie van echte ketenintegratie? Waar ligt dan wel de doorbraak om naar excellente uitvoering van grote (multidisciplinaire) projecten te komen?

Via dit onderzoek streven wij ernaar om die boven water te krijgen en daarmee de kracht van de sector te vergroten. We zijn ervan overtuigd dat veel bouwondernemingen daar hun voordeel mee kunnen doen en een hogere klanttevredenheid kunnen combineren met structureel betere financiële resultaten.' *Meer informatie over het onderzoek vindt u op de website www.bouwendnederland.nl en www.turner.nl.* ■

FEDDE TOLMAN KOAC-NPC, UNIVERSITEIT TWENTE BERT SCHILDER DHV, VOORZITTER SIG PRA

DACE SIG PRA van start gegaan

De DACE Special Interest Group Probabilistische Risico Analyse is in september 2010 van start gegaan. Het doel van de SIG PRA is dat de deelnemers, afkomstig uit de industrie-, de civiele- en de bouwtechniek, van elkaar leren. Daartoe houden zij 2 presentaties per vergadering. Met 5 bijeenkomsten per jaar is inmiddels een verzameling van zo'n 10 voordrachten verkregen.

Gedurende deze periode is, op basis van ervaringen met eerdere presentaties, de vorm van de presentaties meer gestructureerd, zodat bepaalde aspecten duidelijker behandeld worden en de stand van zaken tussen de drie branches beter kan worden vergeleken.

Ook worden onderwerpen duidelijk waarvoor belangstelling bestaat de praktische toepassing te ontwikkelen. De volgende stap is een werkwijze voor PRA te ontwikkelen, zodat ook de praktische noodzaak, naast de belangstelling, duidelijk wordt.

Uiteraard bestaan er al vele methoden en gereedschappen voor risico analyses, maar zij zijn voornamelijk beschrijvend, worden via min of meer creatieve processen ingevuld en zijn classificierend in plaats van getalsmatig. Binnen de SIG PRA gebruiken de leden numerieke methoden, veelal van het type Monte Carlo, en gebruiken zij kansverdelingen van de gebeurtenissen die in een risico-analyse beschouwd worden.

SIG PRA is vooreerst terughoudend met publiceren van inhoudelijke informatie.

Ten eerste maakt een relatieve beslotenheid het makkelijker om intern open met elkaar te spreken.

Ten tweede wensen de leden in deze tijd van makkelijke communicatie een nu nog nader te bepalen kennisniveau. Hoe hoog de lat dus wordt gelegd en hoe zij eruit ziet, is een derde onderwerp waarover de SIG PRA zich nog moet buigen.

Inmiddels is een hechte groep van 16 deelnemers ontstaan, die onder het motto van halen en brengen van kennis de genoemde doelen trachten te verwezenlijken. ■

Geld besparen, doorlooptijd verkorten en begrip vergroten

Value Engineering voegt waarde toe aan project Leijenseweg

Value Engineering (VE) is een methode om de functies van een werk tot hun recht te laten komen en tegelijkertijd overbodige kosten te elimineren. ProRail zet VE standaard in voor alle projecten groter dan 15 miljoen euro. Dat dit kan resulteren in flinke optimalisatie toont het project Leijenseweg in gemeente De Bilt/Bilthoven. Hier zorgde een intensieve VE-sessie met alle betrokkenen voor nieuwe inzichten en daarmee een realistisch en betaalbaar plan.

De overweg Leijenseweg in De Bilt stond al een tijdje op de rol voor verbetering. Omwonenden ervaren de overweg als onveilig en een bijna-incident zette de zaken op scherp. Henriëtte den Hartog, unithoofd Projectenbureau bij gemeente De Bilt en projectleider bij het spoorwegproject Leijenseweg, vertelt: 'We werkten al een jaar aan de onderdoorgang en hadden al een schetsontwerp liggen. Het bijna-incident maakte een versnelling echter noodzakelijk. ProRail bood aan een VE-studie uit te voeren en dat kwam voor ons op een goed moment. We gebruikten de sessie om het schetsontwerp te optimaliseren met behoud van alle functionaliteiten.'

Kritische vragen

Zo'n tien mensen van gemeente De Bilt, het ingenieursbureau en ProRail zaten tweeënhalve dag bij elkaar. Zij onderzochten de mogelijkheden van het bestaande ontwerp. Henriëtte: 'De deskundigen van ProRail waren relatieve buitenstaanders, waardoor ze fris tegen het project aankeken en allerlei kritische vragen stelden.' Timme Hendriksen, coördinator VE bij ProRail, licht toe: 'Tijdens de VE-sessies toets je het ontwerp. Met een functieanalyse neem je afstand van de oplossing die er ligt. Je kijkt wat er nog aan aanpassingen nodig is om beter aan te sluiten en meer waarde te creëren voor alle betrokken partijen.'

Snelkookpan

'Een VE-sessie kun je vergelijken met een snelkookpan,' stelt Thijs Verhulst, manager Public Affairs Randstad-Noord bij ProRail. 'Doordat je tweeënhalve dag met elkaar zit

opgesloten, leer je elkaar goed kennen. Je doorloopt een aantal stappen die anders maanden in beslag nemen en discussieert zeer intensief met elkaar.' Henriëtte vond het daarbij prettig dat ze meer inzicht kreeg in de denkwijze van ProRail. Ze legt uit: 'We begrepen bijvoorbeeld waarom bepaalde keuzes flinke kosten met zich zouden meebrengen.' De VE-sessie vergroot echter niet alleen de kennis, maar ook het onderlinge begrip voor elkaars verantwoordelijkheden en het draagvlak voor de verdere samenwerking. Henriëtte meent dat de sessie goed was om alle neuzen dezelfde kant op te krijgen. Thijs: 'Daarbij is je relatie niet langer gebaseerd op een bijna-incident, maar op iets positiefs: het samen wegnemen van een gelijkvloerse kruising. Dat verbetert de relatie. Als je het gevoel krijgt dat je het probleem samen gaat oplossen, dan is dat van onschatbare waarde voor het verdere proces.'

Miljoenen bespaard

Naast een verbeterde samenwerking zorgt de inzet van VE voor het besparen van veel geld. De totale projectkosten voor de onderdoorgang bracht men terug van 17,5 naar 14,4 miljoen euro. Dat kwam deels door meer focus op het zogenaamde sober- en doelmatigheidsprincipe. Thijs: 'Met de "kaaschaafmethode" verwijderden we een heleboel extra's van wat we tijdens de sessie de 'gouden variant' noemden. Deze keuze verhoogde de kans op realisatie aanzienlijk.'

Geoptimaliseerd

Uiteindelijk leidde de sessie tot drie schetsontwerpen. Henriëtte: 'Dit

zijn geoptimaliseerde ontwerpen, die sober en doelmatig zijn. Daarbij bestond er bestuurlijke consensus over het kostenplaatje.' Ook is het ontwerp straks sneller realiseerbaar. Thijs: 'Doordat de juiste rollen en disciplines om de tafel zaten, konden we al veel informatie voor de eerste fase van de planstudie verzamelen. Het werk dat het ingenieursbureau al verzette in opdracht van de gemeente hielp ons natuurlijk ook enorm. Kijk je naar het Kernproces, de standaard werkwijze voor ProRail projecten, dan doorliepen we in tweeënhalve dag feitelijk de voorfase en alternatieve studiefase. Dit kost normaal gesproken gemiddeld tussen de zes maanden en een jaar.'

Dure aanpassingen voorkomen

Vooralsnog zet ProRail VE veelal in bij de grotere projecten en projecten die vastlopen. Wat Thijs betreft mag ProRail in elk project VE inzetten. 'Wellicht kunnen we zelfs een 'VE-light' ontwerpen dat in alle projecten als vliegwiel dient in de voorfase. Ik ben ervan overtuigd dat je die investering vroeg in het traject, met het grootste gemak verderop in het traject terugverdient, zowel in verminderde realisatiekosten als in een efficiëntere samenwerking.' Henriëtte vult aan: 'VE helpt je om scherp te krijgen wat er wel en niet mogelijk is binnen een ontwerp. Hadden we geen VE ingezet, dan waren we waarschijnlijk later in het proces tegen zaken aangelopen die veel geld kosten.' Timme: 'En dat is precies wat VE oplevert. Doordat je begint met het einde voor ogen, maak je een beter ontwerp én voorkom je dure aanpassingen verderop in het traject.' ■



RWS aan de slag met Value Engineering

Na met succes Value Engineering (VE) toe gepast te hebben bij enkele projecten heeft het Bestuur van Rijkswaterstaat opdracht gegeven om Value Engineering (VE) onderdeel te maken van de werkwijze. VE wordt geïntegreerd in het aanlegproces en verankerd in de Gate Reviews.

De ambitie is om per 2013 VE structureel toe te passen bij projecten vanaf 35 mln Euro. Voor kleinere projecten loopt nu een pilot om de rentabiliteit te bekijken. In eerste instantie

zullen dat aanlegprojecten zijn, maar in een later stadium wordt ook gekeken naar Beheer & Onderhoud projecten.

Ook is opdracht gegeven tot het opzetten van een pool van gecertificeerde Value Engineers. Deze VE-Pool is inmiddels geïnstalleerd en operationeel en is te bereiken via VELoket@rws.nl. RWS heeft nu 8 VE-'ers en een uitbreiding naar ca. 15 VE-'ers ligt in het verschiet. Niet alle VE-studies zullen door eigen VE-'ers worden uitgevoerd. Ook voor VE-studies

geldt het adagium: 'de markt, tenzij'. Wel zullen alle VE-Studies door de VE-Pool worden gecoördineerd.

Om Value Engineering een nog bredere bekendheid binnen RWS en DG Bereikbaarheid te geven wordt op 25 april een VE-congres georganiseerd. Hierbij zullen ook collega's van ProRail aanwezig zijn om hun jarenlange ervaring in het toepassen van VE met Rijkswaterstaat te delen. ■



COLUMN HANS LAMMERTSE

The last contact meeting of the DACE featured the first episode of the contest experiment this time with probabilistic estimating as the main course. I was a little late. I just had attended the last of a series of lectures at the VU university in Amsterdam on cosmology. The very first thing that caught my eye when I walked in was a curve on the screen that had a striking resemblance with the one that the lecturer in Amsterdam threw on the blackboard that morning explaining the theory on the expansion of the universe. I instantly lost focus and the mind went off on things like could the laws of nature have their equivalent in the world of cost engineering? The laws of nature are of course not the phenomena themselves but merely describe consistency in the behavior of those phenomena. That brought me right back to reality. Just like mathematical descriptions of behavior of phenomena in cosmology, formulas (relationships) that claim to represent true relationships between cost and certain (physical) characteristics must prove to produce correct predictions time after time without fail. *Cosmologists* have the universe to study and check the correctness of the formulated relationships. The *cost engineer* must have an equivalent to be able to do the same as the cosmologist. Unfortunately real representative databases are less readily available than the firmament in the night sky. That holds a warning for all those that just want numbers; they only mean something when you know what is behind them.

JCL



DACE Contactbijeenkomst 22 maart 2012

SOFTWARE IS CRUCIALE SUCCESSFACOR PROJECT



Op de dag dat in de Randstad het gehele treinverkeer stil lag door een 'softwarefout' stond het belang van een goede kostenbegroting van software in projecten op de agenda van de DACE-contactbijeenkomst. Een betere timing was niet denkbaar. Software mag dan normaliter een klein onderdeel van projecten zijn, slechte kwaliteit daarentegen kan grote economische en maatschappelijke gevolgen hebben.

Trainstoring door softwarefout

'Software, je ziet het niet, je voelt het niet. Toch zul je er een prijskaartje aan moeten hangen, want als het systeem hapert, staat het hele project stil of kan de tunnel of fabriek niet open.' Ton Dekkers, voorzitter van NESMA, kreeg op de dag van presentatie een voorbeeld in de schoot geworpen. "De softwarefout in het treinbesturingssysteem maakt de noodzaak om risico's van software in projecten te identificeren en op de juiste waarde te schatten nog eens extra duidelijk. Toch gebeurt het niet of niet voldoende. Onbekendheid of onkunde? De oorzaak ligt volgens mij meer in het karakter van de industriesector en de mensen die erin werkzaam zijn. Zolang het over over harde, tastbare zaken gaat – vierkante meters of lengtes bijvoorbeeld – is iedereen thuis. In het DACE-Prijzenboekje kan men direct de vertaling naar kosten vinden. De kosten van software ontbreken echter in deze waardevolle database van praktijkgegevens. Want, zo is de redenatie vaak, hoe relevant is software eigenlijk als het gaat om de totale projectkosten? 'Die enkele procent brengen we wel ergens anders in de begroting onder'. Maar als op een bepaald moment de software niet klaar is of niet goed functioneert, kan de fabriek niet opstarten of de tunnel niet open. Software is dus meer een kwestie van kwaliteit dan van kosten. Hoe beoordeel je dat en vertaal je het naar kosten ten behoeve van de begroting?'

Complementair

NESMA ontleent zijn bestaansrecht aan deze problematiek. Sinds 1989 bundelt de organisatie alle kennis en ervaring ten behoeve van

kostenbegroten op het gebied van ontwikkeling en onderhoud van software. 'In die zin zijn we dus complementair aan de DACE-expertise', vervolgt Dekkers. 'De Cost & Value van software valt aan de hand van de volgende drie vragen te beantwoorden:

- Hoe bepalen we de grootte van software?
- Hoe vertaal je omvang naar kosten?
- Welke plaats geef je software in het begrotingsproces?

In de 'softe hoek' van cost engineering neemt de functiepoint (fp) de plaats van 'harde' eenheden als de m² in. In elk ICT-systeem hebben we te maken met transacties tussen gebruikers en data: invoer, opvraag, uitvoer, etc. Zijn de functies en functiecategorieën in een project of proces bekend – 'weet waarover je het hebt' – dan kun je hieraan punten toekennen naar complexiteit: de functiepoint. Om mogelijke 'subjectiviteit' in dit waardeoordeel te verminderen, zijn twee validatiemethoden beschikbaar. Per saldo biedt de fp een degelijke basis om er een kostenlabel aan te verbinden en software mee te nemen in het begrotingsproces."

Wetmatigheden

Collega Frank Vogelenzang (Ordina) ging vervolgens in op de belangrijkste kostendrijvers van softwareontwikkeling. 'Er bestaat een aantal wetmatigheden waar je gewoonweg niet omheen kunt. Software is nooit foutvrij. Niet iedere soort software kan evensnel ontwikkeld worden. Verder zijn functiepunten omgevingsafhankelijk. Resultaten uit het verleden kunnen – in tegenstelling tot in de financiële wereld – wel degelijk van belang zijn. Zo zijn verassingen te voorkomen als het om aanbiedingen gaat. Omdat softwareontwikkelen mensenwerk is, volgt het de wetmatigheid van communicatie: twee keer zoveel mensen is geen garantie voor twee keer zo snel. Tenslotte kent de projectomvang zijn

grenzen. Klein maar fijn is het devies. Hoe groter het aantal fp's, hoe meer projecten uitlopen in de tijd of zelfs stranden. Op tijd is in de ICT cruciaal, want anders haalt de tijd het project in (verouderd systeem; organisatie veranderd, etc.). Met medeneming van deze praktijkfeiten in de rekensom van omvang (fp), productiviteit (uren/fp), inspanning (uren) en doorlooptijd (maanden) kan tot een realistische kostprijs per fp gekomen worden.'

Integraal

Waterkeringswerken, containerterminals, hogesnelheidslijn, met deze voor zijn toehoorders zeer herkenbare projecten benadrukte Eric van der Vliet (Logica) nogmaals het belang van software in projecten. 'Veiligheidssystemen, airtrafficcontrol, bouwprocessoftware, overal speelt software de hoofdrol. Anders draait onze wereld gewoonweg niet. Softwareontwikkeling dient dan ook integraal in het projectproces opgenomen te worden. Neem een tunnel als voorbeeld. De kwaliteit van de software is van invloed op de veiligheid van de tunnel, op de datum van ingebruikstelling, op de vereiste technologie-toepassingen en op de ontwikkelkosten.

Het ontwerp van het ICT-systeem zal dus parallel moeten lopen aan dat van de tunnel als bouwkundige constructie. Als zodanig is het een integraal onderdeel van het begrotingsproces. Van groot belang is een heldere definitie van het programma van eisen. Anders liggen kostenontsporingen of vertragingen in de tijd op de loer. Maak kwaliteit en doorlooptijd onderdeel van de strategische discussie over de projectaanpak. In de eenentwintigste eeuw is software een cruciale succesfactor voor vrijwel elk project.'

Op www.COSTandVALUE.org zijn de volledige bijdragen van de inleiders te vinden, evenals de presentatie van NESMA. ■

IN BEDRIJF... WIE IS WIE?

In deze rubriek maken wij telkens kennis met personen werkzaam op het vakgebied van Cost Engineering en Value Management. In deze eerste editie zijn dat **Martijn Koster** en **Ard Paardekooper**.

EVEN VOORSTELLEN



M: Mijn naam is Martijn Koster, 39 jaar. Sinds 2009 werkzaam als Office Estimating Manager bij Fluor in Haarlem. Hiervoor ben ik acht jaar actief geweest als Estimator op deze zelfde vestiging. Eerst

als General Estimator, later als Lead Estimator. Ik was daarbij verantwoordelijk voor het maken van verschillende projectbegrotingen. Mijn achtergrond is Chemische Technologie. Deze studie heb ik gevolgd aan de Hogeschool van Amsterdam. Na mijn studietijd ben ik, in 1997, bij Fluor begonnen als Process Engineer. Ik merkte al snel dat het allround bezig zijn mij beter lag dan mij verder te ontwikkelen tot specialist. Vandaar de voor mij logische vervolgstap vanuit de Process groep naar Estimating.



A: Ik ben Ard Paardekooper, 40 jaar. Ik ben werkzaam als Lead Estimator in Haarlem. Mijn achtergrond ligt in de Civiele Engineering. Ik studeerde aan de HTS te Haarlem.

Na ruim tien jaar ervaring opgedaan te hebben binnen de Fluor-afdeling CSA (civil/structural/architectural) was ik toe aan iets compleets anders. Dat werd Estimating. In beginsel alleen Civiel Estimating, maar de interesse was groot, en al snel, na een paar jaar opleiding en kennisoverdracht, de stoute schoenen aangetrokken en de positie van Lead Estimator ingenomen. Inmiddels heb ik in de afgelopen acht jaar vele projecten, van Europa tot Azië, van diverse omvang mogen begeleiden. Mijn persoonlijke drijfveren zijn de diversiteit aan techniek, het contact met alle belanghebbenden (van cliënt tot engineer) en de continue spanningsboog waar een begroting altijd aan onderhevig is.

HET BEDRIJF

Fluor bestaat in 2012 honderd jaar. Het is een Fortune 500 company welke als EPCM-organisatie (Engineering, Procurement and Construction Management) zijn diensten levert aan sectoren als: olie en gas, chemicals en life sciences, manufacturing, power en renewable energy, telecommunications en transportation infrastructure. Fluor telt 60 global kantoren in meer dan 25 landen.

De vier kantoren in Nederland houden zich voornamelijk bezig met projecten op het gebied van olie en gas, industrie en infrastructuur.

HOE WERKT HET BINNEN JULIE ORGANISATIE??

M: Aan ieder project wordt een 'Lead Estimator' toegewezen die de volledige verantwoording heeft voor het bepalen van de budgetten en de projectkosten. Deze Lead Estimator wordt hierin ondersteund door een team van estimators en engineers afhankelijk van de fase en de omvang van het project.

A: We werken projectmatig en daardoor zijn de Estimators vaak aan projecten verbonden. Hierdoor hebben we relatief veel te maken met roulatie. Dat geeft afwisseling, je kunt door het contact met collega's vrij eenvoudig kennis en vaardigheden van elkaar overnemen en je hebt de mogelijkheid om met de cliënten in contact te komen.

WAARUIT BESTAAT JE TOOLBOX?

M: Naast de beschikbare commerciële software applicaties beschikt Fluor over een uitgebreide set van 'in-house' tools en procedures. Deze zijn verankert in een kwaliteitssysteem welke consistentie over de verschillende begrotingen waarborgt. Onderdeel van dit kwaliteitssysteem is de PAM (Project Activity Model). Dit is een gestructureerd activiteiten model welke inzicht geeft in alle activiteiten welke plaats moeten vinden voor het maken van een bepaald soort begroting en welke eisen er worden gesteld aan de kwaliteit en de mate van detail van de te leveren informatie. De gegevens worden zorgvuldig gebruikt voor interne afstemming ten behoeve van een zo effectief en efficiënt mogelijk verloop van de begrotingsactiviteiten.

A: Wij zijn een internationaal opererende organisatie en zoeken naar 'standards' voor benamingen van bijvoorbeeld begrotingen en werkprocessen. Verder hebben wij aansluiting met organisaties zoals de ACEi (Association for the Advancement of Cost Engineering International).

M+A: De beschikbaarheid van een uitgebreide catalogus van 'Global Procedures' stelt ons niet alleen in staat om met meerdere kantoren samen te werken, maar ook om informatie uit te wisselen. Via een van onze belangrijkste tools 'Knowledge Online' is bijvoorbeeld kennis, zoals die wereldwijd

in de organisatie aanwezig is, te doorzoeken. Dit omvat alle aspecten van de organisatie: van kwaliteitssystemen, procedures en techniek tot het vinden van een expert op een bepaald gebied. Dit functioneert heel goed en heeft ons in de industrie al veel waardering opgeleverd. Voor andere zaken als

ondersteunende software proberen we ook, voor zover mogelijk, op onze opdrachtgevers aan te sluiten. Er zijn diverse commerciële packages in gebruik, zowel voor parametrisch als detailed estimating. Ook eigen ontwikkelingen op allerlei gebied hebben door de jaren heen een plek in het arsenaal van de Estimator gevonden. Een voorbeeld hiervan is een systeem waarin data en informatie over alle projecten tot op disciplineniveau wordt opgeslagen. Veelal wordt door Estimators hiervan gebruik gemaakt voor het zogenaamd benchmarken (langs de lat van vergelijkbare projecten leggen) van uitkomsten van een nieuw gemaakte begroting.

M: Omdat veel data nodig is om een goede vergelijking mogelijk te maken, worden er op allerlei niveau's data geanalyseerd. Dit houdt dan ook in dat gewoonlijk twee kostenstructuren binnen de begroting een rol spelen: één zoals de opdrachtgever die nodig heeft en de ander voor intern gebruik. Meestal is de Fluor standaardstructuur de basis waaruit gestart wordt en volgt later een conversie naar die van de opdrachtgever.

WAT ZIJN DE MOGELIJKHEDEN OM JE ALS COST ENGINEER TE ONTWIKKELEN?

M+A: Er zijn diverse mogelijkheden, zowel extern als intern. Fluor heeft zelf een uitgebreid opleidingsprogramma, The Fluor University. Dit programma is voor iedere werknemer via internet te raadplegen. Het is zeer omvangrijk en heeft curricula voor bijna alle vakgebieden die in de Fluor-organisatie zijn te vinden, zo ook voor Cost Engineering. De gestructureerde wijze waarop diverse niveau's en combinaties vanuit diverse vakgebieden mogelijk zijn kan ook je ontwikkeling in de breedte ondersteunen. Voor dat doel, de persoonlijke ontwikkeling, zijn ook allerlei mogelijkheden binnen de Fluor University aanwezig. Werken aan competenties ter versterking van je positie of ontwikkeling naar een andersoortige carrière binnen de organisatie behoort op die manier ook tot de mogelijkheden. Een voorbeeld van een externe mogelijkheid is zichtbaar in het aantal

van de bij Fluor werkzame Cost Engineers die in het verleden ook het opleidingsprogramma van DACE (Dutch Association of Cost Engineers) hebben gevolgd.

HOE ZIE JE TAAK VAN DE ESTIMATOR?

M: De Estimator is de rechterhand van de projectmanager in de eerste fases van een project. Hij kan hem aanvullen en is de 'sparing' partner op het gebied van financiële zaken. Voor de allereerste fases van een project kan je de Estimator het beste vergelijken met een CFO (Chief Financial Officer) van een industriële organisatie. Zo'n taakopvatting vereist natuurlijk wel speciale karaktereenschappen. Een Estimator moet, wanneer je het vergelijkt met schaatsen, een allrounder zijn. Hij moet van alles iets afweten: van alle sectoren, gebruikte technieken, contractkennis en economische aspecten. Een dergelijke bagage eist niet alleen theoretische kennis, maar de vaardigheid om die kennis ook op de juiste manier toe te passen.

A: Een belangrijke eigenschap die nodig is om je als Estimator op grote projecten overeind te houden, is het kunnen creëren van een helicopterview. Dit, in combinatie met inzicht in organisatorische- en bedrijfsprocessen, zorgt ervoor dat je als Estimator een

belangrijke bijdrage levert in de begrotingsfase van een project die in het hele verdere verloop van dat project van belang kan zijn.

A + M: Wij zien ons eindproduct niet alleen als een begroting, maar vooral als instrument waarin zowel Fluor als de opdrachtgever het inzicht geboden wordt in projectkosten en investeringen.

A: Estimating staat hierdoor vaak tussen de partijen, elk met hun eigen belangen, in. Het is een interessante uitdaging om dit alles zo goed als mogelijk in een begroting tot uiting te laten komen.

M: Estimating heeft ook een zekere verantwoordelijkheid om 'Cost Awareness' te promoten. Dit wordt steeds belangrijker. Goede algemene kennis van kosten scheidt vertrouwen bij opdrachtgevers én in de eigen organisatie.

TOEKOMSTVISIE EN ONTWIKKELINGEN BINNEN HET VAKGEBIED?

M: Cost Engineering (Estimating) is een vakgebied dat alsmat in beweging is, zeker door de toenemende dynamiek van de projecten. Er is m.i. een grote behoefte binnen de gemeenschap van de Cost Engineering om hierover van gedachten te wisselen.



FOTO: FLUOR

Over methodologie, maar ook over een vele onderwerpen ten aanzien van taken, verantwoordelijkheden en positionering.

A + M: De contactbijeenkomsten zijn een goede netwerkgelegenheid. Naast de interessante presentaties waarin bedrijven de mogelijkheid krijgen een specifiek onderwerp te belichten, stelt het de deelnemers tevens in staat inhoudelijke discussies te voeren omtrent de rol van cost engineering binnen de verschillende bedrijven. De diversiteit van de verschillende bedrijven geeft hierbij een goed inzicht. Zeker als contractor-organisatie geeft het een goed beeld hoe onze klanten de positie van cost engineering invullen. Het faciliteren van deze discussies is een punt waar DACE een sterk toegevoegde waarde biedt en waar ze deze positie mogelijk zelfs moeten/kunnen versterken. ■

COSTandVALUE BIEDT U

VALUE FOR LITTLE COST

- ▶ Bereik met COSTandVALUE ca. 1.500 professionals in Cost Engineering en Value Management.
- ▶ Ondersteun de verkoop van uw producten en diensten.
- ▶ Schep met een sponsorschap een platform dat bijdraagt aan kennisuitwisseling en kennisverspreiding voor en door het werkveld.
- ▶ Draag met een *geringe investering* bij aan het verspreiden van methodische kennis van o.a. het ramen en begroten van investeringskosten, kwantitatieve risico analyse, Life Cycle Cost analyse, scheduling, project control en Value Management.

Informeer naar de mogelijkheden van sponsoring en adverteren.



Educom BV

Tel. +31 (0)10-425 6544

info@uitgeverijeducom.nl

www.uitgeverijeducom.nl



IR. PAUL PH. JANSEN
PROJECTMANAGER BIJ
STICHTING CROW
(NAMENS DE
WERKGROEP SSK)

SSK IN KORT BESTEK

De rol van een kostenraming in de keten

Elk te realiseren bouwproject kost geld. Of het nu nieuwbouw is, of beheer en onderhoud, en/of sloop, altijd komen vragen als: 'Wat kost dit project?', 'Welke oplossingen zijn er, en welke is voor mij het voordeligst?', 'Hoeveel geld moet ik nu reserveren voor mijn project?' oftewel: 'Hoe bepaal ik het budget?'

Die vragen moeten vaak worden beantwoord in het beginstadium van een project, wanneer er nog maar weinig gegevens bekend zijn, en veel onzeker is.

Maar ook later, als er meer bekend is, moet er een helder antwoord op worden gegeven. Eigenlijk moet steeds worden voorspeld wat het project na oplevering heeft gekost. Zo'n voorspelling heet een kostenraming.

Elke fase zijn eigen detailniveau

Er bestaat een belangrijke relatie tussen de fase waarin een project zich bevindt, de scope en het detailniveau van de raming. Elke fase vraagt om een raming waarin de accenten liggen op de details die bij die specifieke fase horen en die aansluiten op de benodigde besluitvorming van dat moment. Een kostenraming is onderdeel van de afweging bij het identificeren en oplossen van een probleem (verkenning), maar ook voor het bepalen van het budget in de aanloop tot realisatie of voor de exploitatie van gerealiseerde objecten en het daarbij behorende beheer en onderhoud.

Standard for costs estimation (SSK-2010) CROW, Publication no. 137, February 2010

The Standard for Estimating Costs (SSK) is a uniform method by CROW for the estimate of costs (investment and lifecycle) of all kinds of works, aboveground and underground, from roads and bridges to hydraulic works and electrical installations. All parts of the cost estimate are defined in a specific terminology, each with its own place within the estimate model. In addition to this, the SSK also gives a series of definitions for describing risks and uncertainties in an estimate. 'Unforeseen' is out; budgeting for unexpected events is in. The SSK also points out the responsibilities of the different roles in the estimation process, the estimator and the financier. The SSK lay-out of the estimation summary is leading in the communication about cost estimates.

The estimate model is substantiated by a calculation

Een raming, wat komt daarbij kijken?

Welke ontwerp- en uitvoeringsmogelijkheden staan er nog open bij het beschouwde object? En doorzien wij op het moment van ramen wat de feitelijke onzekerheden zijn? Is er tussen alle betrokken partijen overeenstemming over de gehanteerde uitgangspunten en aannames? Doorziet iedereen op gelijke wijze wat de ontwerpvrijheid is? Met andere woorden: 'scope' is een rekbaar begrip.

Zomaar een woordenwisseling: 'U vroeg een oeververbinding. Kan het een brug zijn, of een tunnel, of een pont? Oooh, u wilt een brug. Een simpele houten brug, of een stalen tuibrug? Ah, u wilt een betonnen brug met twee rijstroken? OK. Moet die brug dan 12,40 meter breed zijn of 12,60 meter...?'

Ga zo maar door. En dan zijn er vast nog meer vragen. Hoe goed is de voorspelling die bij prijs en hoeveelheid is opgeschreven? Wat beïnvloedt die prijs en die hoeveelheid écht? Wat kan er vervolgens nog fout gaan? Willen we (moeten we?) die invloed ook daadwerkelijk toelaten in de raming op dit moment? Wat is de invloed dan op de besluitvorming? Allemaal items die beetgepakt en uitgediept moeten worden, en waarvoor keuzes moeten worden gemaakt. Een probabilistische analyse biedt een gefundeerde onderbouwing daarbij.

spreadsheet in Excel. In applying the SSK, estimates will become more transparent, be better mutually comparable and also give a more complete and clearer view of everything that is included (or not) in an estimate. Target groups are owners and contractors in varying roles, such as the national government, provincial and municipal authorities, water board districts, utility companies and private enterprises like contractors, engineering firms and firms of consultants. Contracting companies will also be able to use the system in integrated partnerships.

SSK is available in the (Dutch) CROW-publication 137, 3rd edition 2010, 'SSK-2010 Aid for cost management and cost estimation', originally a collective product by all aforementioned parties in the civil engineering sector. Unfortunately, the initially intended aim of including a generic object library in a ready-to-use format in the Standard System for Estimating Costs project could not yet be realized.

Any questions? Please contact CROW, Paul Jansen, +31 (0)318 - 695 356, jansen@crow.nl

SSK-Rekenmodel, versie 2.1 (29-04-2011)						
Kostengroepen		Voorziene kosten			Risicoreservering	Totaal
Kostencategorieën	Directe kosten Benoemd	Directe kosten Nader te detailleren	Indirecte kosten			
Samenvatting raming						
Investeringskosten (indeling naar categorie):						
Bouwkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Vastgoedkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Engineeringkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Overige bijkomende kosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Subtotaal investeringskosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Objectoverstijgende risico's				€ -	€ -	€ -
Investeringskosten deterministisch	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Scheefte				€ -	€ -	€ -
Investeringskosten exclusief BTW				€ -	€ -	€ -
BTW				€ -	€ -	€ -
Investeringskosten inclusief BTW				€ -	€ -	€ -
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de investeringskosten inclusief BTW tussen				€ -	en	€ -
Variatiecoëfficiënt					0%	
Levensduurkosten:						
Subtotaal levensduurkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Objectoverstijgende risico's				€ -	€ -	€ -
Levensduurkosten deterministisch	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Scheefte				€ -	€ -	€ -
Levensduurkosten exclusief BTW				€ -	€ -	€ -
BTW				€ -	€ -	€ -
Levensduurkosten inclusief BTW				€ -	€ -	€ -
Bandbreedte : met 70% zekerheid liggen de levensduurkosten inclusief BTW tussen				€ -	en	€ -
Variatiecoëfficiënt					0%	
Projectkosten inclusief BTW				€ -	€ -	€ -
				0%	0%	0%
Budgetvaststelling investeringskosten:						
Investeringskosten inclusief BTW	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget investeringskosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Budgetvaststelling levensduurkosten:						
Levensduurkosten inclusief BTW	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Onzekerheidsreserve (in te vullen door financier)	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Reservering scope wijzigingen (in te vullen door financier)	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Aan te houden risicoreservering en totaal budget levensduurkosten	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -

Tabblad: Samenvatting

Bestand: SSK-2010 Model v2.1 dd 29 april 2011 correctie 2 dec 2011.xls

Figuur 1 -
SSK-ramingsmodel

Gebruikte begrippen

Kostengroepen

Directe kosten benoemd: productie of levering van een product of dienst, en aanwijsbaar aan dit product of deze dienst toe te rekenen

Directe kosten nader te detailleren: toeslag(en) voor voorziene, maar niet expliciet uitgewerkte onderdelen van het ontwerp, of de aangenomen uitvoeringsmethode.

Indirecte kosten: zaken die niet direct zijn toe te rekenen aan een van de specifieke onderdelen van een object.

Voorziene kosten: wat is voorzien op grond van de voorliggende scope; op regelniveau is dit de optelling van de bovenstaande drie kostengroepen.

Risicoreservering: financiële reservering ter dekking van de kennis- en toekomst-onzekerheden van het project.

Totaal: totaal van alle kosten op regelniveau.

Kostencategorieën

Bouwkosten: de fysieke realisatie van de in het project onderscheiden objecten.

Vastgoedkosten: de verwerving van het vastgoed, eigendom/beheerrecht van terrein met eventueel hierop aanwezige bouwwerken.

Engineeringkosten: werkzaamheden op het terrein van de techniek, milieutechnische, juridische en economische aspecten van het project.

Overige bijkomende kosten: alles wat niet onder de bouwkosten, vastgoedkosten of engineeringkosten gerekend kan worden, maar wat wel tot de projectkosten behoort.

Objectoverstijgende Risicoreservering: reservering voor het mogelijk optreden van bijzondere gebeurtenissen (risico's) die niet direct zijn toe te wijzen aan een object.

Investeringskosten: totaal van deze vijf kostencategorieën.

Levensduurkosten: alles wat na oplevering van het bouwwerk moet gebeuren om het object bruikbaar te houden tot en met eventueel amoveren.

Scheefte: gemiddelde waarde minus de topwaarde, oftewel het verschil tussen de probabilistische waarde en de deterministische

waarde; het verschil tussen de Mu-waarde en de T-waarde.

BTW: omzetbelasting op goederen en diensten.

Projectkosten: totale investeringskosten plus levensduurkosten; het totaal van alle in het project aanwezige objectkosten.

Toeslagen financier (budgetvaststelling): toeslagen op de projectkosten, voor:

Onzekerheidsreserve: verkleining van de overschrijdingskans van de raming van projectkosten, afgestemd op het gewenste risicoprofiel.

Reservering scopewijzigingen: onvoorziene uitgaven van of toevoegingen aan de projectscope die van buitenaf komen.

Optioneel

Organisatiegebonden reserveringen: inspanningen die de opdrachtgever moet verrichten voor het contracteren en begeleiden tijdens de uitvoering, onder de voorwaarde dat deze niet zijn meegerekend in de projectkosten.

Nulreferentie

De raming van de projectkosten die hoort bij de scope van de variant waarvan na de verkenningsfase wordt besloten om verder uit te werken (het voorkeursbesluit), heet de 'nulreferentie'. De projectkosten omvatten de investeringskosten en/of de levensduurkosten. Daaraan kunnen nog bedragen (namelijk een reservering voor scopewijzigingen en/of een onzekerheidsreserve) worden toegevoegd om het risico te verkleinen dat de projectkosten worden overschreden. De projectkosten plus toegevoegde bedragen vormen het projectbudget. De kostenrammer raamt de projectkosten. De financier bepaalt het budget. De kostenrammer kan de financier daarbij wel adviseren.

Gaandeweg de uitwerking en de realisering (aanleg) vervult de raming ook een rol in de kostenbeheersing. De vraag is dan: 'Lig ik nog op koers met mijn budget voor de investeringskosten?', 'Krijg ik "waar" voor mijn geld?'. Hetzelfde geldt in de beheerfase – gedurende de gehele lifecycle – voor de levensduurkosten. Daarbij bestaat dan een belangrijke relatie met de desbetreffende beheersystematiek(en).

 **GOEDE DISCUSSIES
LEIDEN BIJ OPSTELLEN
VAN DE RAMING TOT
AANSCHERPING VAN
DE SCOPE** 

Eenduidige ramingsmethodiek

Kostenbeheersing vraagt om duidelijke en transparante kostenramingen. CROW heeft daarvoor de Standaardsystematiek voor Kostenramingen (SSK) ontwikkeld. De SSK bestaat al meer dan 10 jaar, en is geëvolueerd tot een eenduidige methodiek, met bijbehorende spelregels, om kwalitatief goede ramingen te maken. CROW geeft de systematiek uit in publicatie 137, die inmiddels de 3e, geheel herziene druk kent onder de noemer 'SSK-2010'. De methodiek sluit goed aan bij projectmatig werken, zowel bij nieuwbouw, als bij beheer en onderhoud, en/of sloop. De SSK is breed gedragen en daardoor zijn SSK-ramingen makkelijk uit te wisselen.

De SSK biedt voldoende vrijheid om een project naar eigen

wensen in te delen en uit te rekenen. Elk project is immers uniek en moet flexibel, transparant en eenduidig worden uitgewerkt. Dit voorkomt verkeerde beslissingen. De wijze waarop de objecten worden benoemd, gestructureerd en afgebakend, is de sleutel tot succes.

In essentie biedt de SSK de samengepakte 'best practices' van een groot aantal partijen in de Nederlandse (en ook Belgische) gww-markt. Dit komt tot uitdrukking in een uitgeschreven werkwijze. Die is het best zichtbaar geworden in het gezamenlijk ontwikkelde model voor het maken van ramingen (vrij invulbaar per project, maar wel met een vaste structuur). CROW biedt dit model aan in Excel. Dit is een basismodel in het standaardlay-out waarmee de deterministische ramingen kunnen worden opgesteld. Gebruikers en softwareleveranciers moeten de methodiek, het SSK-begrippenkader en de samenvatting als uitgangspunt gebruiken voor verdere ontwikkeling. De spreadsheet kan – voor eigen risico – ook worden gebruikt voor complexere ramingen. Bij dit model is een eenduidig begrippenkader ontwikkeld en er zijn checklists voor de verschillende kostencategorieën en kostengroepen gegeven. De methodiek biedt houvast voor het omgaan met risico's en onzekerheden in de raming en het vertalen daarvan in geld. Het is het beste om eerst een bedrijfseconomische raming met reële prijzen te maken. Als opdrachtnemers daarna nog marktwerking willen meenemen in (de raming van) hun aanbieding, moeten zij dat duidelijk aangeven.

De vereisten

Voor een goede kostenraming moeten drie dingen goed geregeld worden:

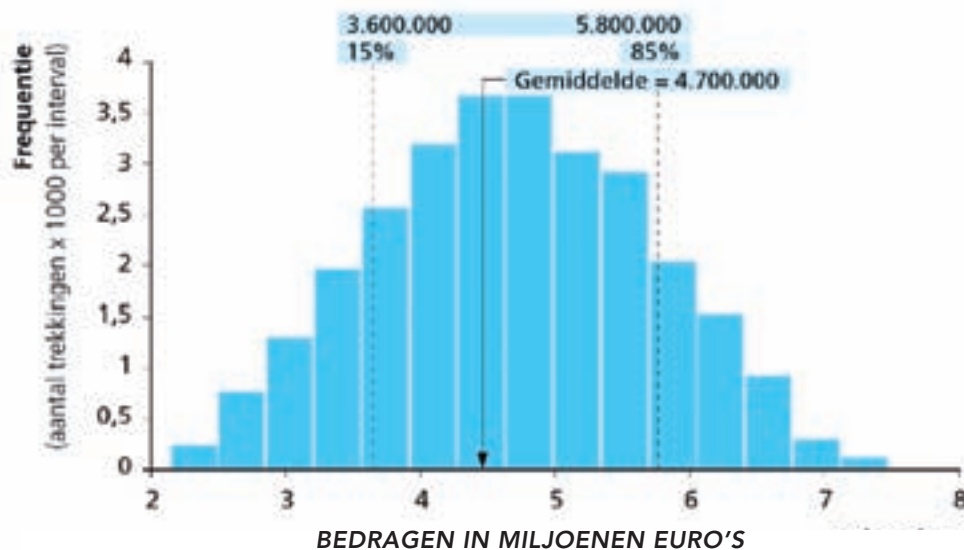
1. Het ramingsproces moet goed zijn ingebed in de organisatievorm van dat moment.
2. De raming moet transparant, uniform, traceerbaar en overdraagbaar zijn.
3. De raming moet over de juiste scope gaan, en die scope moet helder zijn vastgelegd.

Voor deze aspecten geeft de SSK duidelijke handreikingen. Het is uiteindelijk de verantwoordelijkheid van de (project)teams om de vorm en de inhoud zodanig te organiseren en uit te werken dat de raming zinvolle stuurinformatie oplevert en het totstandkomingsproces faciliteert. De kostendeskundige speelt in dit proces een belangrijke rol en is van grote waarde voor de onderbouwing van besluitvorming.

Ramingmodel en begrippen

Het standaard SSK-ramingsmodel heeft een vaste matrixstructuur (met kolommen en regels), waarbij een aantal specifieke begrippen wordt gebruikt. In *figuur 1* wordt de opbouw van deze matrix gegeven en worden de belangrijkste begrippen toegelicht. Deze matrix vormt de samenvatting van de raming en moet qua lay-out en kleurgebruik altijd op deze wijze worden gepresenteerd voor een optimale en snelle informatie-uitwisseling en herkenning van de getallen. De matrix kan worden in-

Figuur 2 -
Monte Carlo
simulatie



of uitgekapt, waardoor minder of meer detail zichtbaar is met behoud van herkenbaarheid.

Onzekerheden en risico's

Onzekerheden in de raming kunnen we onderscheiden in drie typen:

- Kennisonzekerheid; dit zijn ontbrekende zaken in de informatie die nodig is om het project te omschrijven.
- Toekomstonzekerheid; dit zijn mogelijke ongewenste gebeurtenissen die in de toekomst kunnen optreden, de risico's.
- Beslisonzekerheid; welke variant zal de opdrachtgever kiezen? Of zijn er scopewijzigingen?

Afhankelijk van de aard, ernst en omvang van onzekerheden en risico's wordt bepaald welke onzekerheden en risico's worden meegenomen in een raming. Kennisonzekerheid en toekomstonzekerheid vallen altijd binnen de scope en moeten dus altijd moeten worden meegerekend bij het project in kwestie. Beslisonzekerheid is alleen op te vangen door per variant een eigen scope met bijbehorende raming op te stellen.

Onzekerheden en risico's kunnen deterministisch worden bepaald door aannames te doen voor hoeveelheid en prijs en een inschatting te doen van het totaal aan onzekerheden en risico's. Bij de probabilistische benadering wordt een gefundeerde berekening gemaakt. Daarbij worden aannames gedaan over de spreidingen in individuele hoeveelheden en prijzen, en worden risico's vertaald in kansen en gevolgen. Nadat een raming een groot aantal keren (bijvoorbeeld 10.000 keer) daarmee is door-gerekend, zijn de effecten zichtbaar geworden en kunnen onderbouwde uitspraken worden gedaan over de trefzekerheid van de raming. Ook kan objectief worden vastgesteld welke posten de grootste onzekerheden of risico's vormen.

Verder is de risicoreservering (in ieder geval deels) te onderbou-

wen op basis van de resultaten van de risico-analyses. Beide benaderingswijzen (deterministisch/probabilistisch) zijn mogelijk met de SSK. Een probabilistische analyse biedt veel toegevoegde waarde, maar is niet verplicht.

De overgebleven onzekerheden en risico's bepalen de omvang van de risicoreservering. Hoe, en in welke mate, is voor projecten met beperkte invloedsfactoren op een deterministische wijze uit te rekenen of in te schatten. Voor complexe projecten waarbij verschillende onzekerheden en risico's elkaar beïnvloeden, kan men met een probabilistische analyse toch inzicht verkrijgen in de invloed van de onderliggende parameters op de totale raming. Een risicoreservering is zodoende (in ieder geval deels) te onderbouwen. Hierbij is het wenselijk de inschattingen te baseren op historische gegevens en voor de onderbouwingen de resultaten van de risico-analyses te benutten.

Kennis en ervaring spelen een belangrijke rol. Goed gevoerde discussies leiden al tijdens het opstellen van de raming tot aanscherping van wat men nu wel en wat niet wenselijk acht. Dit leidt dus automatisch tot aanscherping van de scope.

Probabilistisch rekenen: Monte Carlo-simulatie

Bij het opstellen van een probabilistische raming wordt de kennisonzekerheid tot uiting gebracht in een spreiding van prijzen en hoeveelheden.

Dit kan per (deel van) een object/activiteit worden bepaald en ingevoerd in het ramingsmodel. Voor de toekomstonzekerheden worden de risico's uit de risicolijst gekwantificeerd door middel van een in te schatten kans van optreden (%) vermenigvuldigd met de gevolgschade (in K). Alle risico's kunnen op deze manier worden uitgedrukt in cijfers. Volgens de SSK moet de wijze waarop deze informatie wordt gebruikt in de berekening worden vastgelegd.

Het komt erop neer dat de raming een groot aantal malen (bijvoorbeeld 10.000 keer) wordt doorgerekend (Monte Carlo-simulatie). Bij elke berekening wordt de raming opnieuw doorgerekend met aselekt getrokken hoeveelheden, prijzen en gebeurtenissen binnen de opgegeven spreidingen.

Het resultaat van een Monte Carlo-simulatie kan worden weergegeven in een histogram (zie figuur 2). Dit geeft een onderbouwd inzicht in de verwachtingswaarde, de bandbreedte, en de kans op overschrijding of onderschrijding van een bepaald bedrag. Het is aan de financier om de gewenste over- of onderschrijdingskans, en het op basis daarvan vast te stellen budget verstandig te kiezen. De Monte Carlo-simulatie levert ook inzicht in de factoren die de grootste invloed hebben op de onzekerheid; de risico top 10. Deze onzekerheden kunnen vervolgens desgewenst door doelgerichte engineering of andere beheersmaatregelen teruggebracht worden.

Kortom

- Scope en raming zijn onlosmakelijk aan elkaar verbonden. Een heldere scope is een belangrijke randvoorwaarde voor een betrouwbare raming.

- Een goede opbouw van de raming is nodig (de opdeling in objecten, deelprojecten enzovoort). Het SSK-model is daarvoor de randvoorwaarde.
- De kostenrammer raamt uitsluitend de projectkosten (inclusief risicoreserveringen) van de scope.
- De financier bepaalt de aanvullende onzekerheidsreserve en reservering voor scopewijzigingen en is verantwoordelijk voor de hoogte van het budget. Hij stemt dit bedrag af op de acceptabele kans op overschrijding.
- Een probabilistische berekening geeft waardevolle informatie over de trefzekerheid van de uitkomsten van de raming en de factoren die daaraan ten grondslag liggen.

CROW-publicatie 137

Meer informatie over de Standaardsystematiek voor Kostenramingen staat in CROW-publicatie 137 ‘Standaardsystematiek voor kostenramingen – SSK 2010’.

Bestellen kan via www.crow.nl/shop. ■

Over CROW

CROW is het nationale kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte. Als onafhankelijke stichting zonder winstoogmerk maakt CROW – in nauwe samenwerking met andere kennisinstututen, overheden en bedrijfsleven – kennis toepasbaar voor de praktijk in de vorm van handleidingen, richtlijnen en aanbevelingen en ook in instrumenten en methodieken voor beleidsontwikkeling, -voorbereiding en -uitvoering.

CROW bundelt kennis, initieert en coördineert programma’s, organiseert de financiering en zorgt dat de kennis daar komt waar mensen deze nodig hebben, door middel van publicaties, congressen, workshops en cursussen en met ondersteuning via helpdesks, infopunten en websites.

About CROW

CROW is the technology platform for transport, infrastructure and public space. It is a not-for-profit organization in which governments and businesses work together in pursuit of their common interests through the design, construction and management of roads and other traffic and transport facilities. Active in research and in issuing regulations, CROW focuses on distributing knowledge products to all target groups. The core tasks of CROW involve research in the area of traffic, transport and infrastructure, standardization in this sector, and transfer of knowledge and knowledge management.





HENK KOETZIER
TECHNO-ECONOMIC
CONSULTANT
KEMA NEDERLAND BV

INVESTERINGSANALYSE: RENDEMENT EN RISICO

Inleiding

De Investopedia¹ geeft de volgende definitie van investeren:

Investeren is geld steken in een onderneming of project in de verwachting hiermee additioneel inkomen te genereren.

Men kan diverse redenen hebben om te investeren, zoals

- Uitbreiding van de productiecapaciteit, omdat men meer vraag naar het geproduceerde product verwacht
- Bouwen van een nieuwe fabriek, ter vervanging van de oude omdat deze aan het einde van de levensduur is of omdat de productie erin te hoge kosten met zich meebrengt
- Bouwen van een nieuwe fabriek om een nieuw produkt te kunnen maken

De investeringsanalyse beoordeelt de aantrekkelijkheid van investeringen in economische zin: d.w.z. zullen zij meer opbrengen dan de gedane investering ofwel: wordt het vermogen van de investeerder vergroot. Tegenwoordig wordt ook vaak geïnvesteerd in voorzieningen m.b.t milieu en Arbo wetgeving. Het oogmerk is hier niet vergroting van het vermogen, maar voldoen aan de wet.

De definitie bevat twee kenmerken van investeren:

1. Geld nu beschikbaar stellen, op termijn inkomsten hiervan;
2. Er is de verwachting (maar geen zekerheid) van een bepaald inkomen

Direct aan kenmerk 1 is gerelateerd de tijdswaarde van geld. Geld dat ik later ontvang is minder waard dan geld dat ik nu ontvang.

Summary This article presents the theory and a case study from the authors actual practice of the analysis of investments. Keystones are:

1. The time value of money,
 2. The balance of return and risk and
 3. The probability distribution of the future cash flows.
- Results are presented in Tornado and probability diagrams. As this is a reprint of a 2004 article, values of some financial-economic parameters are not entirely up-to-date.

Kenmerk 2 behelst een risico-element. Ik steek nu geld ergens in, maar ik ben niet zeker of ik dit geld geheel terugverdien verdien of hoeveel ik er netto aan overhoud. Deze aspecten en de kwantificering ervan vormen het onderwerp van dit artikel.

Tijdswaarde van geld

Een belangrijk aspect bij het investeren is de tijdswaarde van geld. Dit kan geïllustreerd worden door de volgende vraag:

Wat heeft u liever, 100 Euro nu of 100 Euro volgend jaar?

Het juiste antwoord (economische zin) is nu, want dan kan ik mijn geld beleggen en dan heb ik volgend jaar meer dan 100 Euro². Geld dat men later ontvangt is dus minder waard dan geld dat men later ontvangt.

Disconteringsvoet

De tijdswaarde van geld verrekent men met de disconteringsfactor (DF). De huidige (ook wel contante waarde)³ van geld ontvangen N jaar van nu wordt gegeven door:

$$DF = \frac{1}{\left(1 + \frac{D}{100}\right)^N}$$

met

D disconteringsvoet in %/a

Dit mechanisme is in *figuur 1* duidelijk gemaakt. De disconteringsfactor na 5 jaar (van nu) wordt met een disconteringsvoet van 10%/a gegeven door:

$$DF = \frac{1}{\left(1 + \frac{10}{100}\right)^5} = 0.621$$

Economie *de Volkskrant, 21 sept. 2002*

Nieuwe investeringen DSM in supervazel

HEERLEN Chemisch concern DSM investeert 100 miljoen euro in vier nieuwe Amerikaanse productielijnen voor de supersterke polyetheenvezel Dyneema. Dit vezel wordt onder meer gebruikt in kogelvrije vesten, cockpitdeuren, helmen en bepantsering. Dat maakte DSM vrijdag bekend. De vraag naar Dyneema neemt vooral in de Verenigde Staten toe. De markt groeit niet alleen voor de bescherming van personen en voertuigen, maar ook voor veiligheidshandschoenen en allerhande sportartikelen. © ANP

Een inkomen van 100 Euro over 5 jaar van nu heeft dezelfde waarde als 62.09 Euro nu in het handje. Stel dat de disconteringsvoet van 10% het rendement op investeringen aangeeft (hier komen we later op terug), dan betekent dit dat 62.09 Euro nu geïnvesteerd (tegen 10% rendement) over 5 jaar 100 Euro waard is, want:

$$62.09 * (1 + \frac{10}{100})^5 = 100$$

Netto contante waarde

Beschouw nu het volgende investeringsproject (figuur 2). Een investering van 300 Euro nu levert gedurende 5 jaar 100 Euro per jaar aan netto inkomsten. De contante waarde (CW)⁴ van deze opbrengsten is 379.08 Euro. De betekenis hiervan zien we in figuur 3. Een bedrag van 379.08 geïnvesteerd met 10% rendement levert gedurende 5 jaar een inkomen op van 100 Euro per jaar, in totaal 500 Euro. Voor dit bedrag dient wel nu 300 Euro geïnvesteerd te worden. De netto contante waarde (NCW) bedraagt derhalve 379.08 – 300 is 79.08 Euro.

Minimumrendement

De disconteringsvoet van 10 % kan gezien worden als het minimum rendement dat aan investeerders in het project geboden moet worden. Hun alternatief is namelijk beleggen van hun geld in een gediversifieerd portfolio aandelen. Hierbij kan op de lange duur op een simpele manier een rendement van 10% gehaald worden. Op deze manier bekeken behaalt een bedrijf of project alleen een positief economisch resultaat als het meer verdient dan het gemiddelde rendement op de aandelen-markt. Vanuit dit standpunt gezien dient voor de disconteringsvoet het gemiddelde rendement op de aandelenmarkt te worden ingevuld. De NCW is dan de extra verdienste ten opzichte van investeren op de aandelenmarkt. Deze bedraagt 79.08 Euro in het voorbeeld van figuur 2. Deze waarde is groter dan nul, wat wil zeggen dat het rendement van het project groter is dan het minimum vereiste. Het project is dus acceptabel vanuit financieel-economisch standpunt.

De periode van 5 jaar is hier overigens vrij willekeuring gekozen. In dit voorbeeld betekent het dat het productiemiddel na 5 jaar versleten is en geen inkomen meer kan genereren.

Financiering

Als een bedrijf op bovengenoemde manier aan kapitaal komt om te investeren is het erg duur uit. Voor iedere 100 Euro geïnvesteerd in het bedrijf dient jaarlijks 10 Euro aan dividend betaald te worden. Banken lenen tegen veel lagere rentepercentages dan het rendement dat investeerders vragen. Banken kunnen zich dit veroorloven want:

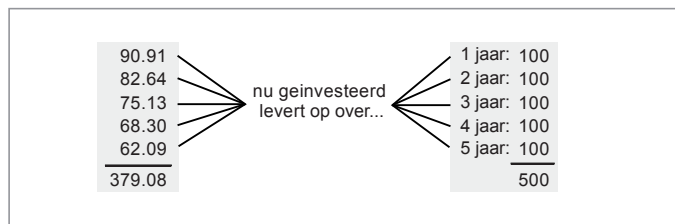
- Banken hebben volgens de wet als eerste recht op de inkomsten van het bedrijf om de rentebetalingen. De aandeelhouders komen daarna pas.
- Banken hebben wettelijk het recht de controle van een bedrijf over te nemen als de rente niet meer betaald kan worden

Disconteringsvoet (% / a)	10%					
Jaren van nu	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor (-)	1	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621
x						x
Inkomsten						100
=						=
Huidige (contante) waarde	62.09	←				62.09

Figuur 1 – Tijdwaarde van geld.

Disconteringsvoet (% / a)	10%						
Jaren van nu	0	1	2	3	4	5	Totaal
Disconteringsfactor	1.000	0.909	0.826	0.751	0.683	0.621	
Investering	-300						
Netto inkomsten uit bedrijfsvoering		100	100	100	100	100	500
Contante waarde opbrengsten		90.91	82.64	75.13	68.30	62.09	379.08
Totale contante waarde opbrengsten							379.08
Investering	-300.00						
Netto contante waarde project							79.08

Figuur 2 – Netto contante waarde.



Figuur 3 – Betekenis contante waarde van inkomsten.

(bijvoorbeeld verkopen of saneren).

Voor een redelijk kredietwaardig bedrijf ligt op de lange termijn de bankrente rond de 6%. Hierop komen we later terug. De bankrente wordt officieel Kostenvoet van vreemd vermogen (K_{VV}) genoemd.

Belastingeffect

De rente die betaald moet worden is aftrekbaar van de belasting, dat wil zeggen dat de geheven belasting gegeven wordt door: *Belastingvoet * (netto inkomen – rente)*

De te betalen belasting is dus *Belastingvoet * Rente* minder dan indien de rente niet aftrekbaar zou zijn. De effectief betaalde rente is dus:

$$Rente - Belastingvoet * Rente$$

ofwel

$$(1 - Belastingvoet) * Rente$$

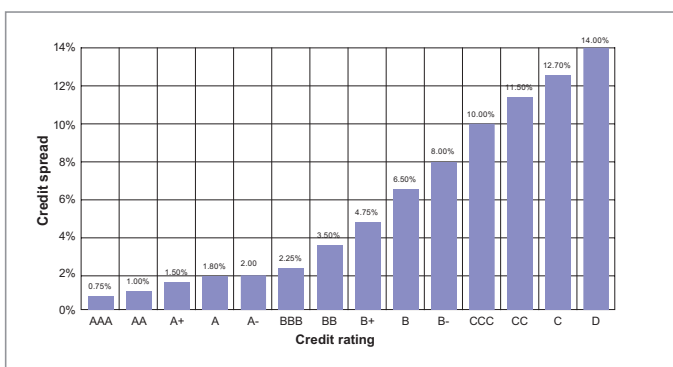
In Nederland bedraagt die belasting die bedrijven moeten betalen (de Vennootschapbelasting) circa 35%. Het effectieve rentepercentage is dus in dit geval:

Rente bank	6.50%		De rente kan betaald worden	6.50%		Niet alle rente kan betaald worden
	Goed jaar	Slecht jaar		Goed jaar	Slecht jaar	
Kapitaal in bedrijf	200	200		200	200	
Aandeel schuld	40%	40%		80%	80%	
Aandeel eigen vermogen	60%	60%		20%	20%	
Netto inkomsten bedrijf	15.0	7.5		15.0	7.5	
Te betalen rente	5.2	5.2		10.4	10.4	
Uit te keren aan investeerders	9.8	2.3		4.6	-2.9	
Rendement voor investeerders	8.2%	1.9%		11.5%	-7.3%	

Figuur 4 – Buffer eigen vermogen.

Tabel 1 Aandeel vreemd vermogen in financiering van enige Europese typen bedrijven

Type bedrijf	VV/EV	VV/(VV+EV)	β
Bldg Prod-Cement/Aggregated	72%	42%	0.72
Brewery	73%	42%	0.52
Building-Heavy Construction	86%	46%	0.90
Chemicals-Diversified	57%	36%	0.72
Electric-Integrated	68%	40%	0.56
Engineering/R&D Services	51%	34%	0.75



Figuur 5 – Verband tussen credit spread en credit rating van bedrijven. (Naar Damodaran).

$$\text{Effectief rentepercentage} = (1 - 35/100) * 6\% = 3.9\%$$

De bank lijkt dus een veel goedkopere financieringsbron dan de investeerders. We gaan dus alles lenen!. De banken zijn echter ook niet gek.

Risico

Hoe groter het aandeel geleend geld is in een project of bedrijf, hoe kleiner de buffer in de vorm van de investeerders en hoe groter het risico voor de bank dat de rente niet betaald kan worden. Bekijk hiervoor *figuur 4*. In deze figuur staan twee bedrijven aangegeven. Het ene bedrijf is gefinancierd met 40% vreemd vermogen (VV)⁵ en 60% eigen vermogen (EV)⁶.

Het andere is gefinancierd met 80% vreemd vermogen en 20% eigen vermogen. De andere condities zijn gelijk. De bedrijven

zijn vergeleken voor een goed jaar (veel netto inkomsten) en een slecht jaar (weinig netto inkomsten).

We zien (*figuur 4*) dat in een goed jaar beide bedrijven aan hun renteverplichtingen kunnen voldoen (kolom 2 en 4), maar dat in een slecht jaar alleen het bedrijf met de laagste aandeel schuld dat kan (vergelijk kolom 3 met kolom 4). De gevolgen van een slecht jaar zijn voor de bank groter voor een bedrijf met een groter aandeel schulden. Dit komt omdat de buffer (in de vorm van de investeerders) in dit geval kleiner is. De bank loopt dus meer risico wanneer zie een groter deel van de financiering van een bedrijf op zich nemen. Daarom zullen banken niet snel een bedrijf geheel financieren.

Ook de investeerders lopen meer risico bij een groter aandeel schuld. Bij een schuld van 40% varieert het rendement voor de aandeelhouders tussen 8.2 en 1.9% en bij 80% schuld tussen 11.5 en -7.3%. Hun rendement is bij meer schuld dus sterker afhankelijk van goede en slechte jaren dan bij minder schuld in de financiering van een bedrijf. De optimale kapitaalstructuur van een bedrijf zal daarom nooit bij of 100% schuld of 100% eigen eigen vermogen liggen.

Kapitaalstructuur

Damodaran⁷ geeft een overzicht van de gemiddelde kapitaalstructuur van vele typen bedrijven in Europa en de Verenigde Staten op zijn website. In tabel 1 heb ik ter illustratie een aantal gegevens uitgelicht. Kolom 2 geeft de verhouding Vreemd vermogen over Eigen vermogen. In kolom 3 is dit omgerekend naar Vreemd vermogen over totaal kapitaal (Vreemd vermogen + Eigen vermogen) via de formule (zie ook tabel 1):

$$\frac{VV}{EV + VV} = \frac{1}{\frac{EV}{VV} + 1}$$

Bepalen van een disconteringsvoet

Een bedrijf overweegt een investering te doen. Met welke voet moet het zijn netto inkomsten disconteren om de netto contante waarde van de inkomsten te bepalen? Voor de disconteringsvoet gebruiken we het minimale dat onze financiers eisen. Volgens het voorgaande bestaat onze financiering voor een deel uit eigen vermogen (geleverd door onze investeerders⁸) en een deel vreemd vermogen (geleverd door de bank). Onze disconteringsvoet is derhalve een gewogen gemiddelde van de bankrente en het minimaal vereiste rendement van de investeerders. Deze disconteringsvoet wordt gemiddelde totale vermogenskostenvoet genoemd (K_v)⁹. Onze aanpak is als volgt:

1. Schatten bankrente (kostenvoet vreemd vermogen, K_{vv})
2. Bepalen minimaal vereiste rendement investeerders (is kostenvoet eigen vermogen, K_{ev})
3. Schatten kapitaalstructuur
4. Berekenen gemiddelde totale vermogenskostenvoet (K_v)

Kostenvoet vreemd vermogen

Meestal weet een groot bedrijf natuurlijk met welke rente geld geleend kan worden op basis van de lopende leningen. Voor

beschouwingen van meer algemene aard (waar bijvoorbeeld door een consultant naar een gehele bedrijfssector gekeken wordt) is de volgend aanpak nuttig om een schatting te maken. De bankrente is als volgt opgebouwd:
 $K_{VV} = \text{Risicovrije rente} + \text{Kredietopslag}$

RISICOVRIJE RENTE

De risicovrije rente is de rente die op staatsobligaties verkregen kan worden. Deze rente is vrijwel risicovrij doordat de staat garant staat. De risicovrije rente kan opgebouwd worden gedacht uit de reële risicovrije rente en inflatie. Op de lange termijn beweegt de risicovrije rente met de inflatie mee in een stabiele economie. De reële risicovrije rente kan daarom constant verondersteld worden voor bijvoorbeeld de OECD-landen. De waarde van de reële risicovrije rente bedraagt volgens Damodaran in deze landen circa 3.5% per jaar. Voor 2004 bedraagt in de Eurozone de voorspelde inflatie circa 1.5 %. De nominale risicovrije rente komt hiermee op 5% per jaar.

KREDIETOPSLAG

Bovenop deze rente rekent de bank een risico-opslag afhankelijk van de kredietwaardigheid van een bedrijf. Veel bedrijven hebben een zogenaamde credit rating die afgegeven wordt door een aantal internationale commerciële bureaus (o.a Moodys en Standard&Poor). Damodaran geeft het volgende verband aan tussen Credit rating en Credit spread (figuur 5). Bij ratings lager dan BBB wordt het moeilijk voor bedrijven om geld te lenen. De credits spread genoemd voor lagere ratings zijn daarom van minder belang.
 Voor een bedrijf met een AAA rating is de kredietopslag 0.75%. Het bankrentepercentage komt voor dit bedrijf dan op 5.75%. Betaalt het bedrijf 35% vennootschapsbelasting, dan is het effectieve rentepercentage 3.74%.

Minimaal vereist rendement investeerders

Ik gaf al eerder aan dat het door investeerders minimaal vereiste rendement ongeveer 10% bedraagt. Het is nu tijd deze uitspraak

wat te nuanceren. Dit rendement is als volgt opgebouwd:
 Minimaal vereiste rendement investeerders ($K_{EV,min}$) = Risicovrije rente + Risicopremie (van beleggen in de aandelenmarkt) = 5.5% + 4.5% = 10%.

MARKTRISICO-OPSLAG

Beleggen in aandelen heeft meer risico in zich dan staatsobligaties kopen (risicovrije rente). Voor het risicovol beleggen in aandelen, wordt de belegger beloond met een extra rendement van 4.5% op de lange duur¹⁰. Dit gemiddelde rendement is in het verleden (over een periode van vele tientallen jaren) gerealiseerd. Het risico zit verborgen in het feit dat op de korte termijn veel lagere of zelfs zwaar negatieve rendement werden gerealiseerd in deze periode. Tevens is het maar de vraag of de toekomst hetzelfde beeld zal geven als het verleden.

DE BETA (β)

Nu is investeren in een bedrijf niet altijd even risicovol als beleggen in de aandelenmarkt. Sommige bedrijfstakken zijn meer risicovol (b.v.biotechnologie, internet, telecommunicatie, halfgeleiders) en andere minder (b.v. elektriciteits-, water- en gasvoorziening).

De mate van risico in een bedrijfstak ten opzichte van beleggen in de anadelenmarkt wordt gegeven door de factor β . Het minimaal vereist rendement voor investeren in een bedrijfstak met een risicofactor β wordt dan:

$R_{EV,min} = \text{Risicovrije rente} + \beta * \text{Risicopremie}$
 Voor investeringen in bijvoorbeeld de brouwerijsector geldt een gemiddelde β van ongeveer 0.52 bij een VV/EV verhouding van 75% (tabel 1). Het minimale rendement voor investeringen in deze sector bedraagt dan:

$$R_{EV,min} = 5 + 0.52 * 4.5 = 7.34\%$$

Onze kostenvoet eigen vermogen is gelijk aan het minimale rendement voor investeringen en is derhalve gelijk aan 7.35%
Kapitaalstructuur

De VV/EV verhouding bedraagt 75% (tabel 1). Met formule x

Indien u de β wilt weten voor een andere VV/EV verhouding, kunt u de volgende formule gebruiken. De afleiding hiervan valt buiten het bestek van dit artikel.

$$\beta_2 = \beta_1 \frac{1 + (1 - b_1/100) * VV_1/EV_1}{1 + (1 - b_2/100) * VV_2/EV_2} \quad (a)$$

met β_V vennootschapsbelastingvoet (%/a)

Vaak wordt voor β_2 de verhouding VV/EV op nul geteld. De financiering geschiedt dan geheel met eigen vermogen. De bijbehorende β wordt vaak $\beta_{u(nlevered)}$ genoemd. De bijbehorende β_2 wordt vaak $\beta_{r(relevered)}$ genoemd (lever betekent hefboom). De formule wordt dan:

$$\beta_x = \beta_u * (1 + (1 - b_x/100) * VV/EV) \quad (b)$$

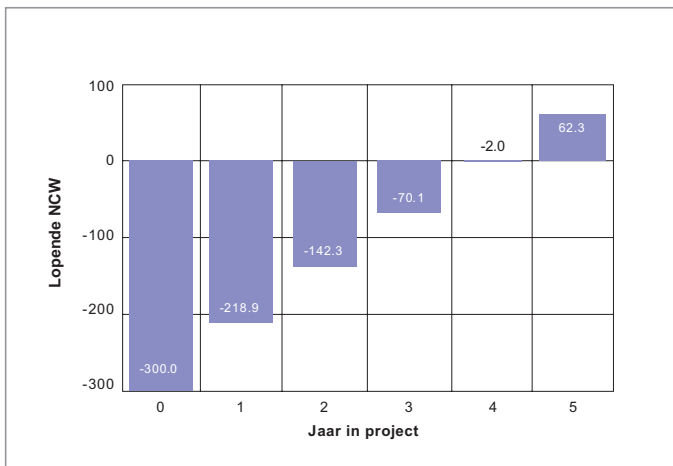
Indien onze brouwerij een VV/EV-verhouding heeft van 65% in plaats van 75%, dan berekenen we met formule (a):

$$\beta_{65\%} = 0.5 * \frac{1 + (1 - 35/100) * 0.65}{1 + (1 - 35/100) * 0.75} = 0.48$$

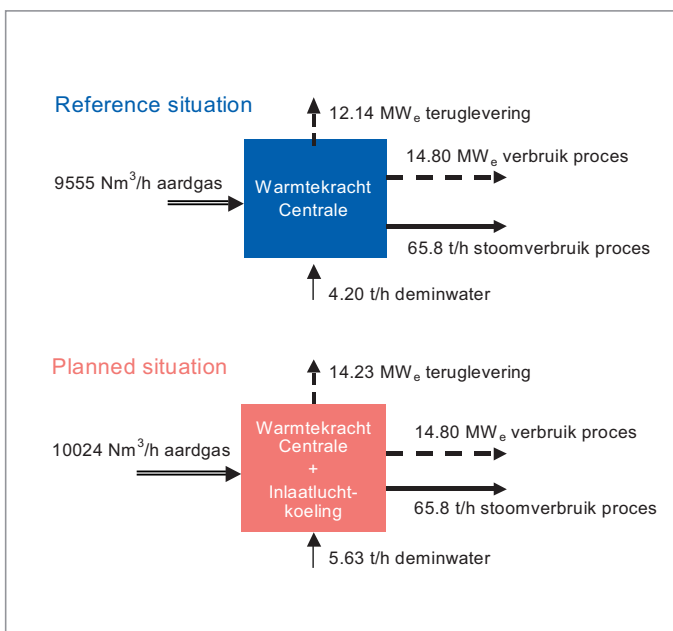
De β is kleiner geworden. Dit betekent dat het risico voor de investeerders (β is immers een maat voor het risico van de investeerders) kleiner is geworden. Dit is ook logisch, want in verhouding is nu een kleiner aandeel vreemd vermogen. In figuur 4 hebben we gezien dat de variatie in het inkomen van de investeerders dan kleiner is. Zij lopen dus minder risico.

Disconteringsvoet (%/a)	6.0%					
Belastingvoet	35%					
Afschrijvingsperiode (a)	5					
Projectjaar	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor	1.000	0.943	0.890	0.840	0.792	0.747
Investing	-300					
Netto inkomsten uit bedrijfsvoering	100	100	100	100	100	100
Afschrijving	-60	-60	-60	-60	-60	-60
Belastbaar inkomen	40	40	40	40	40	40
Belasting	-14	-14	-14	-14	-14	-14
Netto inkomsten na belasting	86	86	86	86	86	86
Verdisconteerde kasstroom	-300	81.13	76.54	72.21	68.12	64.26
Kasstroom cumulatief	-300	-218.87	-142.33	-70.12	-2.00	62.26

Figuur 6 – Een complete investeringsbeoordeling.



Figuur 7 – Verloop van de NCW.



Figuur 8 – Energiestromen warmtekrachtcentrale met en zonder modificatie.

komt dit neer op een aandeel VV van 43%. We kunnen nu de totale kostenvoet uitrekenen

$$K_v = \frac{VV}{VV + EV} * K_{VV,eff} + \frac{EV}{VV + EV} * K_{EV} = 0.42 * 3.74 + 0.58 * 7.34 = 5.8\%$$

Voor een investering in de brouwerij-sector dient het bedrijf zijn netto inkomsten dus te disconteren met een voet van circa 6.0% om de netto contante waarde van de te verwachten inkomsten te bepalen. Deze worden vergeleken met de benodigde investeringen. Is de netto contante waarde van het resultaat positief, dan wordt meer verdiend dan onze financierseisen. Het project is financieel-economisch gezien dus acceptabel.

Een complete investeringsbeoordeling

We hebben nu bijna alle gereedschappen om te kunnen rekenen aan investeringsbeslissingen. Al eerder is genoemd dat rente aftrekbaar is van de belasting. Dit effect hebben we verwerkt in de effectieve rentevoet. Rente wordt betaald over het netto inkomen minus de afschrijving over de gedane investeringen. Bekijk hiervoor *figuur 6*.

De netto inkomsten uit bedrijfsvoering zijn 100 kEUR per jaar. De investering bedraagt 300 kEUR. Deze wordt over 5 jaar afgeschreven. Bij investeringsbeoordeling nemen we vaak de afschrijvingsduur gelijk aan de evaluatieperiode. De jaarlijkse afschrijving bedraagt dus $300 / 5$ is 60 kEUR per jaar. Het belastbare inkomen bedraagt $100 - 60$ is 40 kEUR per jaar. Over dit bedrag wordt de vennootschapsbelasting geheven, te weten $0.35 * 40$ kEUR is 14 kEUR per jaar. Deze belasting wordt van de netto inkomsten uit bedrijfsvoering afgetrokken. De netto jaarlijkse inkomsten na belasting bedragen derhalve $100 - 14$ is 86 kEUR. Deze inkomsten worden bij de investeringsbeoordeling netto kasstromen genoemd. Ook de investering is een kasstroom, maar dan een negatieve. De kasstromen worden gediscoteerd met de WACC van 6%. Dit leidt tot de gediscoteerde kasstromen. De kasstromen in de achtereenvolgende jaren kunnen we optellen om tot een lopende Netto Contante Waarde te komen. In grafiek ziet deze er als volgt uit (*figuur 7*). We zien de NCW van het project in het jaar 0 naar -300 kEUR dalen (de investering). Daarna neemt de lopende NCW langzaam toe tot de eindwaarde van 62.3 kEUR. Dit is de NCW van het project. De NCW is positief, dus het project is acceptabel vanuit financieel-economisch oogpunt.

Opnieuw Risico

Het generieke risico van investeren in bepaalde bedrijfstakken is in de disconteringsvoet meegenomen in de vorm van de parameter β , welke ook nog wordt gecorrigeerd voor de het aandeel schuld in de financiering. Hiermee is echter nog niet het project-specifieke risico meegenomen, zoals:

1. Tijdens de bouw van een fabriek of installatie

- Overschreiding investeringsbudget

- Overschreiding bouwtijd

2. Tijdens de bedrijfsvoering

- Onzekerheid prijzen grondstoffen

- Onzekerheid waarde produkt (tegen welke prijs kan ik het verkopen?)
- Onzekerheid operationele kosten
- Onzekerheid beschikbaarheid fabriek (hoeveel uren per jaar kan ik mijn produkt maken?)

Dit soort risico's wordt veelal in een risico-analyse gekwantificeerd, door hun invloed op de te verwachten kasstromen te berekenen of af te schatten. We illustreren deze aanpak met een (enigszins vereenvoudigd) praktijkvoorbeeld over de economische rentabiliteit van een modificatie aan een aardgasgestookte warmtekrachtcentrale bij een papierfabriek.

Praktijkgeval

De modificatie betrof het installeren van een koelsysteem (op basis van verdamping van water) voor de inlaatlucht van de gasturbine. Dit doet het vermogen van de gasturbine toenemen, alsmede het rendement. Het extra vermogen komt ten goede aan het teruggeleverde elektrische vermogen aan het net. *Figuur 8* geeft de verschillen in energiestromen zonder (referentie) en met inlaatluchtkoeling.

Figuur 9 geeft de verwachtingswaarde weer van alle invoerparameters voor de berekening. De verwachtingswaarde is de meest waarschijnlijke waarde. Als we slechts één waarde mogen geven is dit de waarde die we geven. Als disconteringsvoet is de reële gebruikt a 4.5 %/a en een inflatie van 1.5 %/a. Dit resulteert in een nominale disconteringsvoet van 6%/a.

Verwachtingswaarde NCW

Met bovenstaande verwachtingswaarden voor de invoerparameters berekenen we de resulterende verwachtingswaarde van de NCW van het project (*figuur 10*). Deze blijkt 174,7 kEUR te bedragen. Deze verwachtingswaarde is economisch gezien acceptabel (want hij is groter dan nul).

Risico-analyse

In de realiseringfase kunnen echter bepaalde zaken beter of slechter uitpakken dan verwacht of we weten bepaalde dingen

gewoonweg niet precies. We lopen dus risico: de verwachtingswaarde is geen zekere waarde. Een gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de invloed van onzekerheden in de invoerparameters op de NCW van de voorgenomen project. Hierbij krijgt iedere parameter een base, een low en een high waarde. De base waarde komt overeen met de verwachtingswaarde van de parameter. De low en high waarden geven het meest waarschijnlijke interval aan waarbinnen de uiteindelijke gerealiseerde waarde zich naar verwachting zal bevinden (bijlage I). Hierop kom ik later terug.

TORNADO-DIAGRAM

Met de gevoeligheidsanalyse bekijken we de gevoeligheid van de uitkomst van de berekening (in ons geval de NCW) voor onzekerheden in de invoerparameters. De resultaten van deze berekeningen kunnen overzichtelijk in een zogenaamd Tornado-diagram aangegeven worden (*figuur 11*).

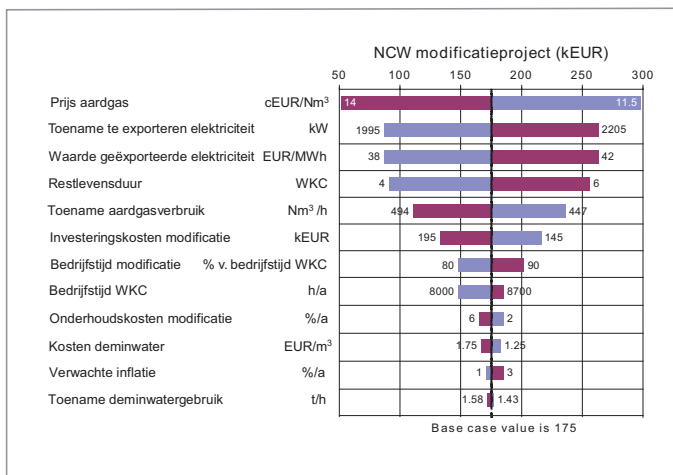
Op de horizontale as is de NCW van het modificatieproject uitgezet. De onderbroken verticale lijn geeft de base case van de NCW aan (alle invoervariabelen op hun verwachtingswaarde). De

Parameter	Eenheid	Verwachtingswaarde
Toename aardgasverbruik	Nm ³ /h	470
Toename deminwaterverbruik	t/h	1.5
Resterende levensduur gasturbine	a	4
Draaiuren per jaar WKC	h/a	8500
Tijdsfractie toepasbaarheid inlaatlucht koeling	(%)	85
Waarde teruggeleverde elektriciteit (neemt toe met inflatie)	EUR/MWh	40
Prijs aardgas (neemt toe met inflatie)	cEUR/Nm ³	12.75
Prijs van het extra deminwater dat wordt gebruikt (neemt toe met inflatie)	EUR/ton	1.5
Investeringskosten modificatie	kEUR	170
Jaarlijkse onderhoudskosten modificatie (als percentage van de investeringskosten, nemen toe met de inflatie)	%/a	4
Reële disconteringsvoet	%/a	4.5
Inflatie	%/a	1.5
Vennootschapsbelasting	%	35

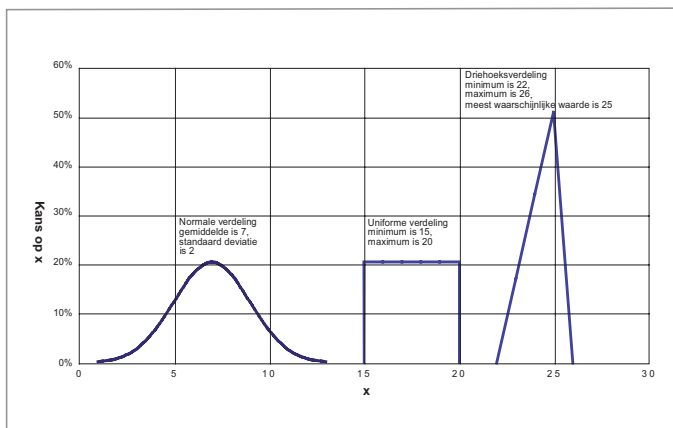
Figuur 9

Figuur 10

Jaar	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Projectjaar	0	1	2	3	4	5
Disconteringsfactor	1.000	0.943	0.890	0.840	0.792	0.747
Toename elektriciteitsexport	MWh	15173	15173	15173	15173	15173
Toename aardgasverbruik	Nm ³	3395750	3395750	3395750	3395750	3395750
Toename deminwaterverbruik	t	10838	10838	10838	10838	10838
Investering	kEUR	-170.0				
Toename inkomsten geëxporteerde elektriciteit	kEUR	616.0	625.2	634.6	644.1	653.8
Toename uitgaven aardgasverbruik	kEUR	-439.5	-446.0	-452.7	-459.5	-466.4
Toename uitgaven deminwatergebruik	kEUR	-16.5	-16.7	-17.0	-17.3	-17.5
Toename uitgaven onderhoud	kEUR	-6.9	-7.0	-7.1	-7.2	-7.3
Toename netto kasstroom uit bedrijfsvoering	kEUR	153.1	155.4	157.8	160.1	162.5
Afschrijving	kEUR	-34.0	-34.0	-34.0	-34.0	-34.0
Belastbaar inkomen	kEUR	119.1	121.4	123.8	126.1	128.5
Belasting	kEUR	-41.7	-41.7	-41.7	-41.7	-41.7
Toename netto kasstroom uit bedrijfsvoering na belasting	kEUR	77.4	79.7	82.1	84.4	86.8
Gedisconteerde kasstroom	kEUR	-170.0	73.1	71.0	68.9	66.9
Netto contante waarde modificatie (lopend)	kEUR	-170.0	-96.9	-26.0	42.9	109.8



Figuur 11 – Tornadodiagram gevoeligheden modificatie-project. Dit werd gemaakt met een voor Excel geschreven macro, die onder andere de bar chart gebruikt. Er zijn ook commerciële programma's verkrijgbaar die hetzelfde voor u doen¹².



Figuur 12 – Voorbeelden van kansverdelingen.

balken geven de NCW aan voor de low en high waarden van de invoer parameters. De data labels geven de bijbehorende waarde aan van de invoerparameter. Bijvoorbeeld: bij een aardgasprijs van 14 cEUR/Nm³ is de NCW van het project circa 30 kEUR (bovenste balk). De resultaten zijn gesorteerd in afnemende gevoeligheid. De grootste gevoeligheden staat bovenaan. In één oogopslag is nu te zien wat de verwachtingswaarde is, en wat de grootste gevoeligheden zijn. We zien bijvoorbeeld dat het weining zin heeft de prijs van het deminwater nader te bepalen en de exacte toename van het deminwater-verbruik. De prijs van het aardgas en de de toename van de te exporteren hoeveelheid elektriciteit hebben wel grote invloed de NCW en zijn dus risico-factoren. Het kan dan ook zin hebben om bijvoorbeeld de prijs van het aardgas of de restlevensduur beter in te schatten of het prijsrisico af te dekken door een contract waarin van te voren een prijs wordt afgesproken¹¹.

We zien in *figuur 11* verder dat de invloed van de inflatie op de NCW erg klein is. Dit komt doordat deze ook in de nominale disconteringsvoet verwerkt is. Men disconteert daarom vaak met de reële disconteringsvoet en stelt de inflatie op nul. Aldus wordt een base-case waarde voor de NCW van 164 kEUR berekend. Vergeliken met de base case waarde van 175 kEUR is dit slechts een klein verschil.

KANSDIAGRAM

We zien dat de NCW altijd groter dan nul is wanneer we één gevoeligheid tegelijk bekijken. Maar wat gebeurt er als alle gevoeligheden aan één kant liggen:

- Kan de NCW dan kleiner dan nul worden en
- Hoe waarschijnlijk is dat dan.

Het antwoord wordt gegeven door het kansdiagram dat uit het Tornado-diagram gegenereerd kan worden.

Voordat we hier verder op ingaan dienen we het volgende op te merken. Een Tornado diagram kan nog redelijk kwalitatief zijn. Het geeft alleen aan wat er gebeurt met de NCW indien een bepaalde invoerparameter een andere waarde krijgt. Om bijvoorbeeld de kans te berekenen dat de NCW van een investeringsproject groter dan nul is, dient de kansverdeling van de invoerparameters expliciet gemaakt te worden, door het aangeven van het type kansverdeling en de bijhorende parameters, bijvoorbeeld (*figuur 12*).

- Normaalverdeling, met gemiddelde en standaardafwijking
- Uniforme verdeling met minimum en maximum
- Driehoeksverdeling met meest waarschijnlijke waarde, minimum en maximum.

Commerciële verkrijgbare programma's werken vaak als Add-In voor Excel en berekenen aan de hand van de door u ingegeven verdeling van de invoer-parameters een waarschijnlijkheidskromme van de relevante variabele, in ons geval de NCW.

In de praktijk is vaak het probleem om aan de waarschijnlijkheidsverdeling van de input parameters te komen. Er zijn een aantal mogelijkheden:

1. Er zijn (vele) historische gegevens bekend.

Deze kan met statistisch analyseren en hieruit een trend en een random variatie halen (zie tekstbox olieprijs). Hierbij dient met wel in het achterhoofd te houden dat men dan impliciet aanneemt dat het prijsverloop in het verleden representatief is voor het heden.
2. Men laat experts schattingen maken van het verloop, gebaseerd op hun kennis van het achterliggende proces.

Soms zijn deze schattingen al voorhanden en wordt bijvoorbeeld een voorspelling gedaan over brandstofprijzen. Vaak worden dan een boven- en onderwaarde gegeven. Meestal wordt er niet bij verteld wat de bijbehorende kansverdeling is en wat de kans is dat de prijs ook echt binnen deze onder- en bovenwaarde gaat vallen. We moeten dan wat aannemen¹³.
3. Men beschouwt de invoer variable nauwkeuriger en probeert deze uit te drukken in meer elementaire grootheden waarvan de kansverdeling beter bekend is.

Voor het praktijkvoorbeeld is methode 2 gebruikt. De verwachtingswaarde is geschat of berekend. Verder er is geschat wat de waarschijnlijke boven en ondergrenzen zijn (richtlijn 80% kans dat de werkelijke waarde hierbinnen valt). Deze drie waarden zijn als base, low en high gebruikt. In de praktijk komt men dan tot redelijk bruikbare waarschijnlijkheidsverdelingen (de onderbouwing hiervan valt buiten het bestek van dit artikel).

Deze aanpak resulteert in het volgende waarschijnlijkheidsdiagram (figuur 13). Op de horizontale as staat de netto contante waarde van het modificatieproject uitgezet. Op de verticale as de kans dat de NCW groter is dan de waarde op de horizontale as. Zo kunnen we aflezen dat:

- De kans is (vrijwel) 100% dat de NCW groter is dan -200 kEUR
- De kans is (vrijwel) 0% dat de NCW groter dan 600 kEUR is. Dit is hetzelfde als de kans is 100% dat de NCW kleiner is dan 600 kEUR is
- Met 80% waarschijnlijkheid ligt de NCW boven circa 45 kEUR.
- Met 88% waarschijnlijkheid ligt de NCW boven nul. We zeggen ook wel dat de kans op succes (in economische zin) van het project is 88%.
- De verwachtingswaarde van de NCW is 166 kEUR¹⁴. Deze waarde is niet helemaal gelijk aan de base case waarde (175 kEUR) omdat het Tornado-diagram niet symmetrisch is (voor o.a. bedrijfstijd).

DE ZEKERE NCW

Wanneer we onze zekerheidsgrens op 80% stellen, kunnen we zeggen dat de zekere NCW circa 30 kEUR bedraagt. De verwachtingswaarde bedraagt 142 kEUR. In deze waarde zijn echter risico's verborgen. Door deze risico's expliciet te maken en te verwerken in de te verwachten kasstromen hebben we een zekere waarde berekend van 30 kEUR, die een stuk lager ligt. Deze waarde is een redelijk risicovrije waarde. Het is behoorlijk zeker (80%) dat deze bereikt of overschreden zal worden.

We hebben in het voorgaande gekeken naar de economische aantrekkelijkheid van een investering. Hierbij kwam de tijdwaarde van geld aan de orde. Geld dat je later ontvangt is minder waard (in termen van nu) dan geld wat je eerder ontvangt. Dit effect hebben we verrekend met de disconteringsvoet. De hoogte van de disconteringsvoet in naast enkele algemene factoren als inflatie en risicovrije rente afhankelijk van:

■ Kredietwaardigheid van het bedrijf

De kredietwaardigheid van het bedrijf dat geld wil lenen bepaalt de hoogte van de opslag over de risicovrije rente.

■ Industriesector

Investeren in een bepaalde industriesector brengt een bepaald intrinsiek risico met zich mee. Dit is verrekend met de factor β ten opzichte van beleggen op de aandelenmarkt.

■ Risico's verbonden met het specifieke project dat het bedrijf wil uitvoeren.

Deze risico's zijn verrekend met behulp van een risico-analyse

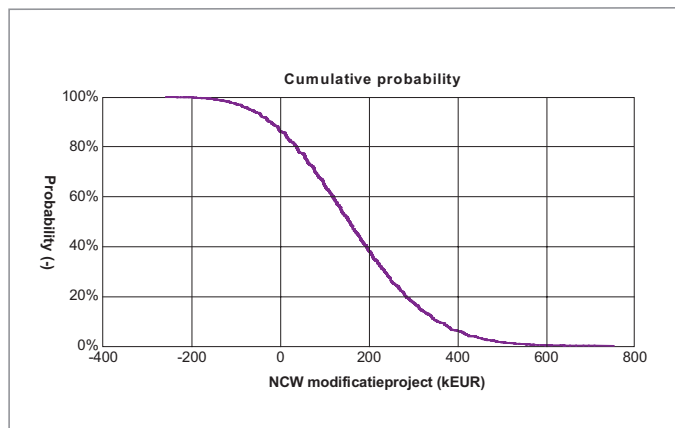
en resulteren in een lagere zekere waarde van de NCW, waardoor projecten eerder als economisch niet haalbaar gekwalificeerd worden.

Conclusie

De 80% zekere NCW is de maatstaf voor accepteren van een project, niet de verwachtingswaarde ervan, aangezien in de laatste de specifieke projectrisico's niet betrokken zijn.

Noten

- ¹ www.investopedia.com
- ² Voor beleggen geldt dit over de lange termijn.
- ³ In het Engels Present Value.
- ⁴ In het Engels Present Value.
- ⁵ Het geld dat een bedrijf van de bank leent wordt schuld of vreemd vermogen van dat bedrijf genoemd.
- ⁶ Geld dat investeerders in een bedrijf steken wordt eigen vermogen van het bedrijf genoemd.
- ⁷ Damodaran On-line, http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/
(Aswath Damodaran, Stern School of Business, New York)
- ⁸ Overigens kan een bedrijf het eigen vermogen voor een project ook uit eigen middelen betalen. Het bedrijf is dan zijn eigen financier. Ook dan geldt een minimaal rendement op de investering. Het vrijgemaakte geld had immers ook op de aandelenmarkt belegd kunnen worden.
- ⁹ In het Engels: weighted average cost of capital (WACC).
- ¹⁰ Zie bijvoorbeeld Damodaran Online, PricewaterhouseCoopers *European Economic Outlook September 2001: Are European stock markets fairly valued?*
- ¹¹ De prijs zal dan waarschijnlijk wel hoger worden, maar de onzekerheid kleiner. Uiteindelijk kan dit leiden tot minder risico.
- ¹² Crystal Ball van Decisioneering; @Risk van Palisade.
- ¹³ Bijvoorbeeld normale verdeling en 80% kans dat de parameter tussen de boven- en ondergrens valt.
- ¹⁴ De verwachtingswaarde van de NCW is gedefinieerd door een kans van 50% (50% kans dat de werkelijke waarde hierboven ligt en 50% kans dat deze eronder ligt). ■



Figuur 13 – Waarschijnlijkheidsdiagram modificatie.

Bijlage I

<i>Parameter</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Waarde base</i>	<i>Opmerking low high</i>		
Toename te exporteren elektriciteit	kW	2100	1995	2205	We verwachten een onnauwkeurigheid van de berekeningen van niet meer dan 5%.
Toename aardgasverbruik	Nm ³ /h	470	447	494	Idem
Toename deminwaterverbruik	t/h	1.5	1.425	1.575	Idem
Resterende levensduur gasturbine	a	4	3	5	De opdrachtgever verwacht een restlevensduur van de gasturbine van 4-6 jaar.
Draaiuren per jaar WKC	h/a	8500	8000	8700	Daar de bank genomen wordt een bedrijfstijd van de WKC van 8000-8700 uur gerealiseerd.
Tijdsfractie toepasbaarheid inlaatlucht koeling	(%)	85	80	90	Op grond van klimatologische gegevens wordt een toepasbaarheid van 80-90% verwacht.
Waarde teruggeleverde elektriciteit	EUR/MWh	40	38	42	Een waarde ergens tussen 38 en 42 EUR/MWh wordt verwacht voor de komende jaren. De kosten lopen mee met de inflatie.
Prijs aardgas	cEUR/Nm ³	12.75	11.5	14.0	Een prijs ergens tussen 11.5 en 14.0 wordt verwacht, afhankelijk van inflatie. Deze grenzen lopen mee met de inflatie.
Prijs van het extra deminwater dat wordt gebruikt	EUR/ton	1.5	1.25	1.75	De kosten zijn niet exact bekend. Aangegeven is de verwachte range. De kosten lopen mee met de inflatie.
Investeringskosten modificatie	keUR	170	145	195	+/- 15%. Dit is de nauwkeurigheid van de kostenschatting.
Jaarlijkse onderhoudskosten modificatie (als percentage van de investeringskosten)	%/a	4	2	6	De onderhoudskosten (vervanging bepaalde onderdelen zijn niet zo goed bekend). Verwacht wordt dat de kosten met de inflatie toenemen (2% per jaar).
Reële disconteringsvoet	%/a	4.5	-	-	Zie tekst.
Inflatie	%/a	1.5	1	3	
Vennootschaps-belasting	%	35			

Bijlage II

Nederlandse en angelsaksische termen

<i>Angelsaksisch</i>	<i>Nederlands</i>
Corporate tax	Vennootschapsbelasting
Cost of debt	Kostenvoet vreemd vermogen
Cost of equity	Kostenvoet eigen vermogen
Debt	Vreemd vermogen
Discount rate	Disconteringsvoet
Equity	Eigen vermogen
Market risk premium	Marktrisico-opslag
Nett present value (NPV)	Netto contante waarde (NCW)
Risk free rate	Risicovrije rente
WACC <i>weighted average cost of capital</i>	Gemiddelde totale vermogenskostenvoet



ING GERARD FILÉ

DHV (NAMENS DE SIG-GWW)
MET BIJDAGEN VAN
MARTIJN DIJKERSMOVARES
ING. RUUD SCHOONHOVEN ARCADIS
KEES VERMEIJ BALLAST-NEDAM
ING MARCEL VOLLEBERG TAUW

COST ENGINEER GEEFT MEERWAARDE BIJ INTEGRALE BENADERING VAN BIM

Het begrip Bouw Informatie Model (BIM) is niet nieuw en bestaat al enige jaren in de industrie en in de (utiliteits)bouw. Het ondersteunt het integraal bouwproces door een bouwwerk in 3 dimensies virtueel te ontwikkelen. Hierbij werken architect, ontwerper, constructeur, installateur en aannemer in één en hetzelfde model integraal samen. Mede door de toegenomen ICT mogelijkheden ontwikkelt BIM zich de laatste tijd snel. De nadruk van deze ontwikkeling ligt op het sneller en met minder faalkosten ontwerpen en bouwen.

Een ontwikkeling die wij als cost engineers toejuichen. Toch lijkt de relatie tussen het vak van cost engineering en de overige BIM gerelateerde taken onderbelicht. De special interest groep Grond Weg- en Waterbouw (SIG-GWW) van DACE heeft zichzelf de vraag gesteld: wat betekent BIM voor ons vakgebied? Wat heeft BIM ons te bieden en wat kunnen wij BIM bieden? In dit artikel willen wij de lezer deelgenoot maken van onze waarnemingen en enkele suggesties doen om het BIM proces te versterken.

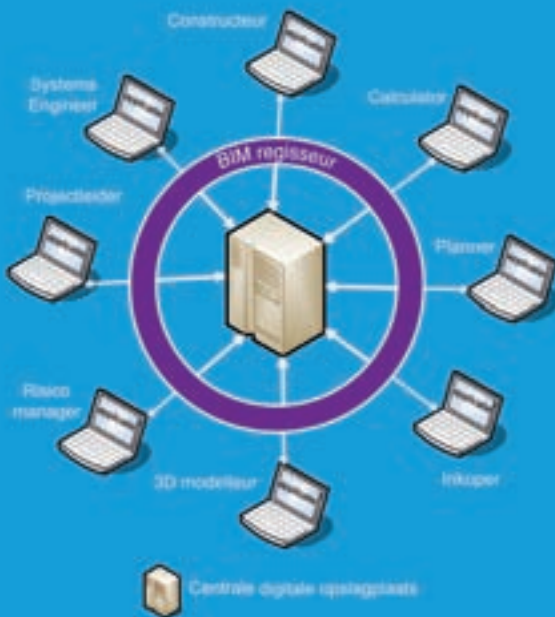
Een BIM is een digitale representatie van functionele en fysieke

Summary *The added value of the Cost Engineer when using BIM* Building Information Models (BIM) are getting a wider application in the Dutch civil engineering industry. What is the added value of the CE when using BIM? This article explores the opportunities and threads. BIM helps to improve the scope description being the basis of the estimate. In an early stage BIM generates quantities from the design alternatives. Cost estimates are the basis for decision making. BIM can assist to shorten the period prior to decision making, but one should be careful with 100% computerizing. The CE – together with the project team – must gain insight in the uncertainties and risks that are inherent to the estimate. BIM features like clash-detection will only help. Our recommendations for synergy between BIM and CE are: take time to carefully structure the cost files at the start of the BIM-modelling; keep the 'job-factor' in mind; particularly in civil engineering the environment of the construction site is of great influence on the estimate, but is hardly captured in BIM; communicate well with your project team members, promote creativity and let ICT not be a limitation.

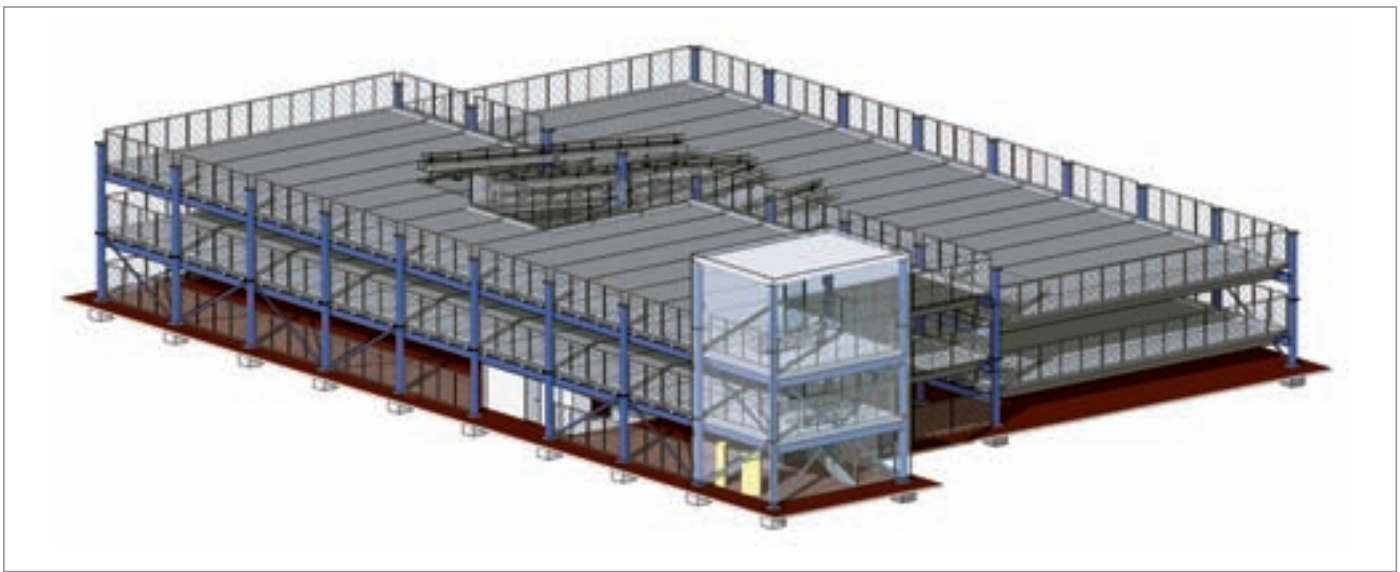
karakteristieken van een bouwwerk. Een dergelijk model is een uitgangspunt voor, en ondersteunend aan activiteiten en besluitvorming gedurende de levenscyclus van een bouwwerk; want dit model wordt gedeeld met meerdere belanghebbenden in het bouwproces.

Een van de taken van de cost engineer is het opstellen van een trefzekere kostenprognose van het beoogde bouwwerk. Daarbij zal hij de investeringskosten en de levensduurkosten (alle kosten die na realisatie worden gemaakt binnen een bepaald tijdvenster) met kostenkengetallen gaan onderbouwen. Deze kostenkengetallen kunnen hele objecten omvatten of tot in detail zijn uitgewerkt met leverantieprizen en arbeidstijd van mens en machines. Hij houdt daarbij in de gaten wat de risico's zijn en prijst deze af. Nadat de afweging is gemaakt wat en hoe er gebouwd gaat worden (dus na de variantenstudie en na de investeringsbeslissing) zal hij een bijdrage leveren in de bewaking van de kosten bij uitwerking van het ontwerp en tijdens de bouw. Doorgaans houdt hij zich dan bezig met de calculatie van de wijzigingen en de gevolgen voor de totale bouwsom. Met name voor de werken die in opdracht van het publieke domein worden gepland en gerealiseerd vervult de cost engineer/kostendeskundige een belangrijke rol bij het nemen van de besluiten (go/no-go en bijsturing).

De vraag is, worden de cost engineer en zijn opdrachtgevers/



Figuur 1 – BIM proces.



Figuur 2 – Parkeergarage ontworpen met behulp van BIM. BRON: BALLAST-NEDAM

klanten daadwerkelijk geholpen wanneer BIM wordt ingezet? Wij maken de volgende observaties over de relatie tussen de inrichting van het Bouwwerk Informatie Model, het werk van de Cost Engineer en de kwaliteit van de kostenraming:

1 De scope van het werk is helder

Door toepassing van BIM wordt de scope van het werk eenduidig vastgelegd. De grenzen worden helder gedefinieerd. De objecten die deel uit maken van de scope of work zijn vastgelegd waarbij veel informatie kan worden meegegeven. Denk aan materialisatie maar ook fundamentele zaken zoals eisen en randvoorwaarden. Het toekennen van waarde en kosten kan daarmee worden gestroomlijnd. Dit biedt mogelijkheden om de werkwijze van systems engineering en value engineering beter te ondersteunen. ‘Bimmen’ is een continu proces. Om scope en raming afgestemd te krijgen is het echter wel belangrijk om van een ‘bevroren’ momentopname uit te gaan en deze momentopname goed te archiveren!

2 Hoeveelheden zijn sneller en beter vast te stellen

‘Bimmen’ levert versnelling op voor het uittrekken van de hoeveelheden. Er zal naar verwachting minder rekenfouten of interpretatiefouten gemaakt worden. Dit vereist dat de samenstellende objecten correct zijn ingevoerd, de maatvoering eenduidig is vast gelegd en de gebruikelijke rekenmethodieken bij hoeveelheidbepaling goed in het model zijn ingevoerd.

3 BIM betekent gestructureerd werken

En gestructureerd werken levert voordeel op voor de kostenraming in kwestie. Dit begint al bij het nadenken over wat en waar het project of object voor dient, wie welk onderdeel moet gaan betalen. Dit nadenken dient vooraf en gezamenlijk met de ontwerpers te gebeuren. Het model kan dan goed op de vraag worden afgestemd en de kosten kunnen vervolgens naar onderdelen worden toegekend. BIM biedt dan houvast. Door de structuur slim te kiezen zijn meerdere doorsneden te maken, denk aan kosten

per object maar bijvoorbeeld ook per functie of per discipline.

4 Betere ondersteuning van besluitvorming

De besluitvorming voor het project zal door de (BIM)ontwerper en door de kostendeskundige moeten worden ondersteund. Dit vraagt, naast het gebruik van BIM, ook gecoördineerd toewerken naar de besluitmomenten. Tussen het gereed komen van het ontwerp en het nemen van het besluit is een zeker tijdvenster nodig om het werk correct te interpreteren en de raming op te stellen. Dit is niet veel anders dan zonder BIM wordt gedaan. Door het gebruik van BIM wordt het tijdvenster aan de voorkant groter. Er kan meer parallel gewerkt worden en doorlooptijden zijn korter. Kortom het werk is deels hetzelfde, maar het zal sneller verlopen. Daarnaast kan de besluitvorming ondersteund worden door de kracht van BIM op het gebied van visualisatie en animatie (vergroten draagvlak).

5 Inzicht in risico's

In de kostenraming zijn kennis- en toekomstonzekerheden niet zondermeer te vangen met ‘bimmen’. Wel zijn de beslisonzekerheden weg te nemen doordat de scope van het werk sneller scherper wordt gedefinieerd. De kennisonzekerheden kunnen blijken uit de keuze van gehanteerde kostenkengetallen en de motivatie waarom de aanpalende kostenkengetallen niet gekozen zijn! Toekomstonzekerheden zullen net al nu worden geëxpliciteerd door risico-analyse en het formuleren van gebeurtenissen. Wij verwachten dat met ‘bimmen’ het inzicht in de risico's en de faalfactoren sneller en preciezer te bepalen zijn. Zo kan het BIM model worden onderworpen aan een stresstest of een zogenaamde clash-detection en model checking. Middels een BIM kan toekomstig (technische en functioneel) falen worden gereduceerd door inzicht middels 3D. Mits goed ingestoken kan dit vroegtijdig veel informatie opleveren en kan deze informatie worden vertaald naar beheersmaatregelen en naar gekwantificeerde grootheden die we kunnen benutten in de onderbouwing van de (probabilistische) raming. Ook hier geldt dat er

tijd vóór besluitvorming moet zijn gepland en dat de structuur van het model goed is gekozen.

6 Verschilanalyses

Verschilanalyses tussen kostenramingen zijn onder voorwaarden snel en goed te maken.

Doordat er met BIM kosten op verschillende manieren kunnen worden gesorteerd is het mogelijk om sneller en efficiënter alternatieven af te wegen of verschillen tussen de huidige en de vorige fase inzichtelijk te maken. Voorwaarde daartoe is dat gaande het proces van uitwerken de gekozen structuur wordt gehandhaafd

en men op de faseovergangen het model bevriest.

Bovenstaande observaties geven goede hoop dat met behulp van BIM ook in de nabije toekomst gedegen raming zijn te maken. Op basis van onze praktijkervaring tot nu toe adviseren wij iedereen die BIM toepast en een integrale benadering van het proces nastreeft aandacht te geven aan onderstaande aandachtspunten en risico's. Dit zijn onze tips om de samenwerking op dit nieuwe werkveld te vervolmaken en uiteindelijk een kwalitatief goede raming te verkrijgen als onderbouwing voor besluiten op project en bestuurlijk niveau.

■ Tijd voor opbouw bestand is nodig.

Voordat men over een bruikbaar kostenbestand beschikt van voldoende detailniveau en accuratesse is enige ontwikkeltijd nodig. De (aannemers-)ervaring vanuit onze SIG-GWW leert dat hier structureel tijd voor moet worden genomen. De afstemming met de ontwerpers is cruciaal voor het onderlinge begrip en een afgestemde werkwijze.

■ Een grote zorg is uitwisselbaarheid van bestanden.

Door de ICT bedrijven wordt BIM verkocht alsof alle informatie compatible is. De praktijk valt (tot nog toe) tegen zeker als er bestanden tussen verschillende softwareleveranciers uitgewisseld moeten worden. Herstel en afstemmingswerkzaamheden van data en software kan leiden tot verdamping van alle vooraf ingecalculeerde voordelen.

■ Onderhoudbaarheid van de bestanden moet niet worden vergeten.

Leuk om aan een nieuw onderwerp te beginnen en daar een bestand voor op te bouwen, maar hoe zorg je er voor dat de bestanden actueel blijven? Dat is al lastig in een regulier kosten- of ontwerpproces, laat staan dat je dit in een snel veranderende omgeving met de gegeven integratie van werkzaamheden voor elkaar moet krijgen. Hoe houdt je het werk beperkt en toch spannend en interessant?

■ Omgevingsinvloeden en 'job-factor' maken 100% automatiseren onmogelijk (?)

Het is een illusie te denken dat optellen van een objectenraming, onderbouwd met kengetallen uit een kostenbestand, volledig te automatiseren is. Zeker in de GWW heeft de omgeving veel invloed op de uiteindelijke kostprijs. Hoe organiseer je de aandacht hiervoor? Wat betekent dat voor de samenwerking en de doorlooptijd van het voorbereidingstraject? De benodigde stappen moeten bewust in de planning worden opgenomen met een stevige inbreng van de kostendeskundige. Vanuit inhoud, vakmanschap, kwaliteitsborging en kostenmanagement geredeneerd denken we dat een substantieel deel van het werk is te automatiseren. Toch zal er altijd een deel handwerk blijven bestaan. Een computer met 'onderbuikgevoel' bestaat gewoonweg niet. Dit stukje mensenwerk mag niet worden vergeten!

■ Impliciete aannames vragen meer dan gebruikelijk om een zeer nauwkeurige afstemming tussen ontwerpers en kostendeskundigen.

Onjuiste of onvolledige afspraken over bijvoorbeeld de hoeveelheidsbepaling leidt snel tot grote afwijkingen. Voorbeelden: breedtemaat van de tunnelbak (meten we de inwendige breedte of de uitwendige breedte?), extra oppervlakte bij het toepassen voor dekvloeren ten behoeve van loopruimte en verticale randbekisting (rekenen we dat mee in het kostenkengetal of worden de extra vierkante meters meegenomen in de hoeveelheden?). Ook moet goed duidelijk zijn hoe repetitie in de hoeveelheden is meegenomen, omdat dit effect de prijsbepaling sterk kan beïnvloeden (bij het aanbrengen van 10 stalen balken: worden ze allemaal op dezelfde manier aangebracht of vraagt elke balk een andere manier van inhijzen?).

■ Noodzakelijke structuur kan als inflexibel worden ervaren en bij structuurwijzigingen veel extra werk opleveren.

In het ideale geval zijn bouwobjecten van studie tot en met realisatie eenduidig gedefinieerd en ook financieel te volgen. Dit betekent dat bijvoorbeeld de kosten van een onderdeel van een brug op de eindafrekening gespiegeld kan worden aan wat daarvoor in de studiefase voor is berekend. Aanpassingen van een eenmaal gekozen structuur verstoren de informatiestroom in ernstige mate is de ervaring. Het volgen van de kosten in de tijd en de terugkoppeling van wat het werk gekost heeft (de nacalculatie) levert extra hindernissen op bij dit zo noodzakelijke leereffect. Ook tijdens de studie fase zijn structuurveranderingen lastig. Verschilanalyses tussen de fases zijn daardoor moeilijker te maken. Wij pleiten er als kostendeskundigen er derhalve voor om vooraf goed na te denken over hoe de raming gestructureerd wordt (welke objecten er zichtbaar moeten zijn bijvoorbeeld voor kostentoedeling aan disciplines of financierende instanties en welke aanvullende kostendoorsnedes er nodig zijn voor het juist aansturen van het project. Naarmate het project een langere doorlooptijd kent, moet de structuur beter worden doordacht!

■ Voorkom dat niet nadenken en standaard-oplossingen de voorkeur krijgen!

Doordat in de praktijk er veel tijd gemoeid is met het opbouwen van een goedwerkend ontwerp- en kostenbestand, loopt men het risico dat gemakshalve teruggegrepen wordt naar de standaard oplossing terwijl dit voor het project een suboptimale oplossing is. In een vroeg stadium waarde en kosten afwegen is daarbij van essentieel belang. De ervaringen en de tools die Value Engineering ons aanreikt zijn daarbij zeer waardevol en kunnen bijdragen dat we niet in deze val lopen. Ook dit vraagt om een afgestemde werkwijze, vakmanschap en in dit geval het inbouwen van (tussen)stappen voordat 'opgestoomd wordt naar het eindproduct.

■ Begrip 'bouwwerk' bij toepassen van BIM moet in de GWW zeer ruim worden genomen.

Bijvoorbeeld een wegvak of dragende kleilaag is ook een object in het informatie model voor een autosnelweg. Voor een goed BIM proces zullen de objecten uniform en consistent moeten worden gedefinieerd waarna de eigenschappen en kenmerken kunnen worden toegevoegd. Voor de lange termijn ontwikkeling is het zeer wenselijk indien we kunnen beschikken over een degelijke objectenbibliotheek. Door de stichting CROW is een begin gemaakt met deze branche en bedrijf overstijgende standaard. De ontwikkeling is echter gestopt. Wie pakt de handdoek op? Hoe zorgen wij er voor dat de voor de kostendeskundige belangrijke kenmerken inzichtelijk worden en hij er het zijne aan kan toevoegen?

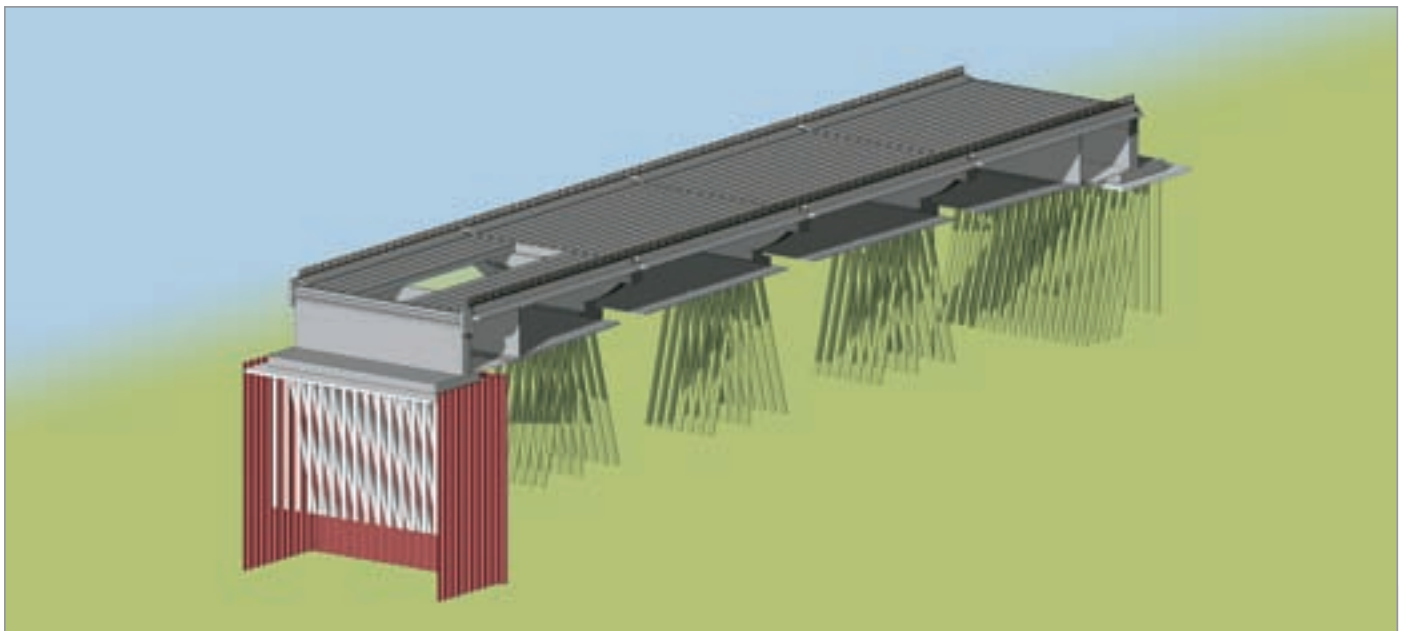
Indien voldoende aandacht wordt gegeven aan bovenstaande punten is BIM een geweldige kans om de kwaliteit en de snelheid van project ontwikkeling in het algemeen en van kostenramen in het bijzonder te verhogen!

Bij GWW toepassingen staat BIM in de kinderschoenen. Het is dus zaak om NU na te denken en invloed uit te oefenen om onze zorgpunten weg te nemen en onze kansen te verzilveren! Wat ons zeer dierbaar is als Cost engineers/kostendeskundigen, is dat we, ondanks/dankzij (?) de mooie automatiseringsmogelijkheden, ontwerp én uitvoeringsgericht blijven denken. BIM kan daarbij een prima ondersteuning zijn. In het proces zullen de bouwstappen in de tijd en de externe condities mee gewogen moeten worden voor een correcte prijsvorming. Kortom ook bij gebruik van BIM zal vakmanschap en deskundig gebruik van de systemen een absolute must blijven.

Toepassen van BIM in combinatie van kostenramen vraagt opleiding van de kostendeskundige en tijdig herkenning van de belangen en behoeftes van de samenwerkende disciplines en partijen. Pas dan kan de samenwerking worden georganiseerd. De risico's die we lopen wanneer we dit niet goed doen nemen door BIM toe, want – automatiseren is prachtig – maar als het eenmaal (structureel) fout zit, dan is reparatie en systeem aanpassing doorgaans zeer kostbaar. Omdat het soms een 'toverdoos' lijkt, is de enige manier om vertrouwen bij de gebruikers en afnemers te winnen:

- transparantie aanbrenge in resultaat en proces,
- resultaten duidelijk presenteren en
- de validatie van de (tussen)resultaten tijdens en bij het einde van elke fase goed vastleggen.

Een leuke uitdaging voor ons allen en vooral voor de jonge kostendeskundigen! ■



Figuur 3 – Viaduct ontworpen met behulp van BIM. BRON BALLAST-NEDAM



IR. M. HUISER
PROCESS COORDINATOR
AT BAM CIVIEL B.V.

CREATING VALUE: CLIENT DOMAIN OR SHARED OPPORTUNITY?

ALLOCATING VALUE ADDING EFFORTS TO CONTRACTING PARTIES

Construction projects are characterized by temporary, yet complex collaborations between different parties who all have a shared goal of realizing a project. The collaboration is structured by contracts, with specific responsibilities allocated to each party. To achieve optimal project value, it is important that the object functionality meets both the owners' and stakeholders expectations, and that unnecessary costs are avoided. In addition, contractors should be able to execute projects while maintaining acceptable risk and profit margins. Utilizing the *Value Engineering methodology* can be of assistance to reaching all of these goals. This process management application can be used early in the project development process to identify the functional balance between cost, reliability, and performance of a project, while assuring the owners expectations. The American construction industry effectively utilizes Value Engineering in the traditional design bid build delivery strategy, but lacks the efficient use of practical knowledge and performance incentives that are available within a design build contract.

Value Engineering vs Value Planning

When performing a Value Engineering (VE) study, it is assumed that all feasible design alternatives provide the same level of functional performance and can therefore be assessed on the basis of cost alone. The Value Engineering approach, which has been developed and broadly implemented in the USA, is primarily technically orientated and puts great emphasis on cost reduction. Furthermore, this hard approach uses the philosophy from the scientific method, assuming that problems are essentially tech-

nical and exist independently from the human perception. This differs from the function approach that has been developed in the United Kingdom. By the name *Value Planning* (VP), this soft strategic approach is concerned with defining what value means to the owner within a particular context (focus). Value Planning addresses the value process during the concept, definition, and implementation and operation phases of a project, and takes more of a management role, as opposed to the technical focus of Value Engineering [Walker, 1999]. The VP study has a broader application and is especially effective when the desired functions and objectives are ambiguous and still debatable (uncertainty). The main differences between Value Planning and Value Engineering are indicated in *table 1*.

VE ownership

Of interest is what party is in the best position to allocate a value study under certain circumstances. The function approach can be used for strategic and technical purposes. The focus of VE studies should be allocated to the party that has a stake in the outcome of such a study. For instance, a strategic Value Planning study is only beneficial to the owner, as he or she is responsible for operating, maintaining, or selling the object. A contractor does not have a stake in whether or not the object can be used or whether it is in conflict with its environment after completion. On the other hand, a technical Value Engineering study is performed to improve the design efficiency and constructability in order to maximize the cost-effective design of projects. It should therefore be used by the party responsible for the designs. This

Summary Value Engineering can be used early in the project development process to identify the functional balance between cost, reliability, and performance of a project. Project owners in the United States predominantly initiate a Value Engineering (VE) study to ensure optimal project value at low life cycle cost. The owner's motivation can be explained by his responsibility to design, operate and maintain the finished structure. The increasing popularity of design build delivery strategies has caused a move in design responsibility towards design-build contractors. While the owners step away from the design phase under this contract, they continue utilizing VE studies, without involving

the contractor for their knowledge, which has become available in the design phase. The American approach is effective when the project objectives are unambiguous and the technical problems are well defined. Complex projects that involve several project stakeholders and large investments, however, ask for a 'soft' strategic Value Planning (VP) study in order to reach consensus regarding the project objective. It is expected that combining the technical VE and the strategic VP study into a single project causes a complementary effect, and allows for monitoring and securing the project value at decisive moments during the development of a project.

responsibility is determined by the type of project delivery system. In a traditional Design-Bid-Build context, it is the owner's responsibility to generate detailed designs and in some cases specifications of quantities. The owner often hires a design consultant to make the designs for him, after which the owner transfers the design to the bidding contractors. The contractor's job is to build the project. Any errors or deficiencies that occur during construction because of faulty design are the owner's responsibility. But a Value Engineering Incentive Clause (VEIC) can provide an approach for the contractor to lower the total cost without diminishing the functionality of the design, like performance, maintainability, availability or reliability. This clause enables the contractor to submit a value engineering change proposal (VECP) to modify plans, specifications or other requirements of the contract to diminish total cost of construction without reducing design capacity or performance of the finished product. If accepted by the owner, net savings resulting from the VECP will be shared equally by owner and the contractor.

This differs from Design-Build contracts, where the contractor is responsible for both the design and execution. Design-build is used to integrate construction knowledge into the design process to ensure a buildable design and proper material use. Unlike with design-bid-build, the contractor has to bring out the best design for a reasonable bid to win the project, rather than just offering the lowest bid. This requires a pro-active standpoint, where more emphasis is placed upon ensuring the clients best value

The VE opportunities within different project delivery systems are listed in *table 2*.

Value Engineering in Design Bid Build

Whenever a project involves more than one stakeholder, there will be various expectations about the resulting object, ranging from functionality, cost, and time frame to environmental impact, return on investment, etc. Knowing that these aspects could have a major influence on the design output and time schedule, it can be rewarding for the owner to reach early consensus among the stakeholders about the project purpose, value, and expected functionalities. This process can be directed by a strategic Value Planning workshop. Depending on the complexity of the project, the workshop can be performed in a few days. Owners can either lead this workshop, or bring in external expertise for quick and thorough analysis. During the VP study, non-technical topics concerning budget, planning, project purpose and context, safety, and project environment can be discussed. These higher order issues need to be worked out before commencing detailed design activities in order to reduce the risk for costly changes later in the design.

As for the design phase, the owner has the opportunity to bring in an independent Value Engineering team to avoid major budget overruns, which could even result in the adjournment of the project. It is preferable to use an independent team, rather than the design team, to ensure an objective

Table 1 – Value Methodology

	Value Planning	Value Engineering
Focus	Strategic	Technical
Uncertainty	High	Low
Required expertise	Business administration	Construction
Design completion	<10%	15-70%
Main goal	Consensus among stakeholders	Optimizing Value for Money

Table 2 – VE opportunities within both project delivery systems

Design-bid-build VE opportunities	Design-build VE opportunities
Strategic VP study initiated by owner to ensure unambiguous project expectation, to reduce risks	Strategic VP study initiated by owner to ensure unambiguous requirement specifications, to reduce risks
Objective evaluation by external VE team on technical aspects at early design phase. Focus on project value and Constructability	Technical VE study initiated by contractor to ensure optimal project value to satisfy owner and keep construction cost down to win project – Constructability review advisable.

review. It is common practice that with Design-Bid-Build delivery strategies, owners are closely involved in the design phase and design decisions are predominantly based upon aesthetic qualities, rather than cost efficiency. Once the design team is awarded to complete the designs, there are no strong incentives to keep the construction and life cycle costs down. An independent VE team has the ability to review the design for inefficiencies and may advise the owner how to improve the cost/worth ratio. Through a technical VE workshop, experts of relevant disciplines thoroughly analyze the preliminary designs prepared by the design team. Moreover, problems in construction due to poor design could cause extensive additional cost for the owner. The study results in recommendations towards the owner and the design team to make value adding changes. The owner will have to negotiate with the design team about the implementation of these recommendations, as they can have a major impact on the existing design.

For the approach to be effective, it is important that the study is performed early in the design process. Design change costs increase proportionally as the design develops. The allocation and timing of Value Planning and Value Engineering studies are adopted in the VE allocation model for Design-Bid-Build contracts (*figure 1*). It also indicates the hard gate, which is the

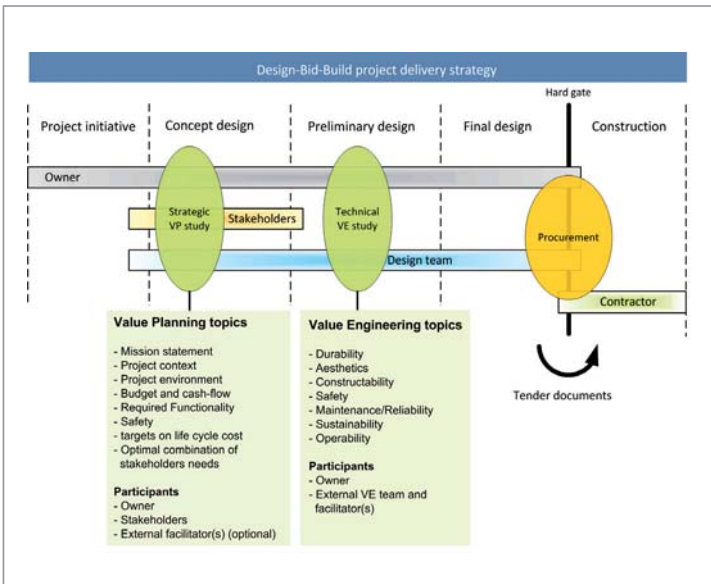


Figure 1 – VE allocation Design-Bid-Build.

moment where the procurement takes place. Past this point, the owner is no longer able to propose any changes without risking major cost consequences.

Value Engineering in Design Build

Owners have the opportunity to reduce the risk and uncertainty that Design-Build project delivery brings, by examining their own objectives and negotiating about the object functions with other stakeholders, and achieving consensus on these functions [Green, 1997]. The strategic VP approach can be very effective in this stage to make sure that the opinions and requirements of the stakeholders are in tune. Any argument that occurs when the project is awarded to a Design-Build entity could cause major change orders and therefore price increases and additional delivery time. Male and Kelly [1998] point out some of the areas the VP teams should focus on: the project context, the client's value system and success indicators, overall scope and purpose of the project, cash flow constraints, operating expenditure and other life cycle costs.

The major incentive of contractors to fulfill the owner's needs is their direct competition with other firms to gain the awarding of the project. It is therefore interesting for the contractor to use a technical orientated Value Engineering workshop to make sure that the owner receives optimal value for money, by designing an object that owns the required functionalities, while ensuring minimal costs.

Moreover, the contractor assumes responsibility for problems in construction due to design errors, which makes it essential for him to do a constructability review. This review enables the contractor to avoid unnecessary costs during construction.

In addition, constructability is an important topic that is often addressed during VE studies. This can be explained by the fact that a well designed construction sequence speeds up the construction time and reduces design changes, which could save considerable money during construction. Other topics that are used during VE studies are maintenance, sustainability, aesthetics, safety, durability and operability, which seem to cover essential parts of the project. A prerequisite to contractors for proposing value improving solutions is that owners allow sufficient space for contractors to implement the innovative improvements, by leaving space for alternatives. The owner should be cautious therefore, of making too detailed a description, and instead leave options for alternatives wherever possible. Besides, the owner should provide information about their organizational structure to the contractors, in order for them to fine-tune the maintenance and operability to the owners' organization.

Several VE studies will be performed simultaneously by each contractor that is tendering for the project. During that process, the owner should be available at certain moments in order for the contractors to validate their VE study results. This is important since the ultimate goal is to offer an object that meets or exceeds the owner's expectations. The contractor that succeeds best in creating optimal project value by integrating the required functions against the lowest life cycle costing should win the project. Once the project is awarded, the value approach during the remaining design work can still be beneficial for the contractor to keep the project below the maximum guaranteed or lump sum price that is agreed on between the owner and the contractor. VE proposals always have to be discussed with the owner before any changes are implemented, as the functionality may vary from the initial winning design. The suggested timing and allocation of strategic VP and technical VE studies are displayed in the VE allocation model for design-build contracts (figure 2). In this instance, the hard gate has been moved forward to right before the design phase, which means that the requirement specifications should be unambiguous at that point. Again, any

“ OWNERS SHOULD
ALLOW SUFFICIENT
SPACE FOR CONTRACTORS TO
IMPLEMENT INNOVATIVE
IMPROVEMENTS
THROUGH VE ”

major changes opposed after this point by the owner, could lead to major cost consequences.

Discrepancies between both models

When comparing the two ways of allocate value studies, some similarities and differences are noticeable. The major similarities are the timing and the content of both the strategic and the technical value workshops in both models. Differences can be found in the list of participants during the technical VE study. The Design-Bid-Build model addresses the owner and an external VE team with facilitators to conduct the workshop. The model indicates the contractor as the main participant, assisted by a team of their own experienced people and one or two facilitators, who are either in-house or hired for the workshop. Although the owner is not mentioned as a participant, he or she will be sporadically involved to enable the validation between the contractor's perceptions and the owner's expectations.

Another discrepancy is the position of the point of no return, or the hard gate, where the owner no longer has full control over the project. In the Design-Bid-Build situation, this moment concurs with the procurement phase, prior to the construction phase. The hard gate arises prior to the preliminary design in the Design-Build strategy, while the moment of procurement occurs after this phase.

This indicates that the owner is giving up influence on the design, which is typical for Design-Build delivery strategies. The decreased control in the design phase by the owner has to be compensated by providing a complete set of clear requirement specifications.

The outcome of the strategic VP workshop in a Design-Build situation requires a more unambiguous outcome as opposed to the same study in a Design-Bid-Build situation, since with the former situation the VE outcome is also the input for the requirement specifications for the tendering contractors that will perform the technical VE workshop. Issues that have been left out in a Design-Bid-Build situation can still be introduced by the owner during the design phase.

Conclusion

Combining the strategic Value Planning and the technical Value Engineering study into a single project causes a complementary effect, which allows for monitoring and securing the project value at decisive moments during the development of a project. The separation of both studies into different project phases enables the proper allocation to the organization responsible for that project phase. With the necessary incentives already in place to successfully complete each specific phase, it will stimulate the designated party with the necessary knowledge and skills to optimize the project value by using the VE techniques. It is expected that the proper allocation of VE tasks to the adequate parties will lead to more efficient VE studies, with a higher proposal implementation rate.

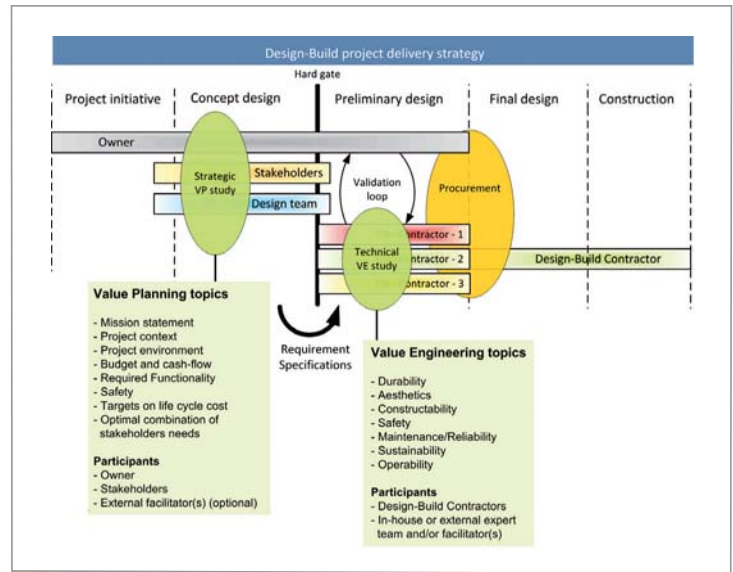


Figure 2 – VE allocation Design-Build.

Towards the practical utilization of Value Engineering, the models that are presented in this article are fairly accessible and relatively simple to implement. It offers a different perspective on the allocation of VE efforts, in which owners, contractors and other participants can recognize their specific role. The owner is the decision maker concerning the delivery strategy and the use and allocation of VE, and has to realize the effects of re-allocating those tasks. However, contractors that recognize the potential added value of utilizing their own technical VE study, are in the position to propose this to the owner as a signal of customer orientation and commitment to the project, and convince the decision maker to re-allocate value related responsibilities. Once the owner recognizes the advantages of having the contractors perform a technical VE study, the contractors will receive more responsibility and therewith leeway in their design activities. Subsequently, this allows the contractors to reduce the risk of faulty design and therefore avoid costly delays or changes in construction under their liability.

References

- Fanning, D.P., 2006, *Value Engineering Services in a Design Build World*, SAVE Proceeding 2006.
- Green, S.D., 1997, *New directions in Value Management*, University of Reading, Whiteknights.
- Male, S., J. Kelly, S. Fernie, M. Grönqvist, G. Bowles, 1998, *The Value Management benchmark: A good practice framework for clients and practitioners*, Thomas Telford Publishing London.
- Walker, S., (1999), *Agile Report: Designing Value into Civil Engineering projects – Volume 1., Agile Construction Initiative, version 1.00.* ■



IR FEDDE TOLMAN
KOAC-NPC



ING. ANDRE BIJL-WEISZ
DIENST LANDELIJK GEBIED,
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE
ZAKEN, LANDBOUW EN INNOVATIE



ING. SHALA MOAFIAN
DIENST LANDELIJK GEBIED,
MINISTERIE VAN ECONOMISCHE
ZAKEN, LANDBOUW EN INNOVATIE

PROBABILISTISCHE RISICO-ANALYSE VAN RAMINGEN

Summary Probabilistic risk analysis of projects is a rational quantification of uncertainties to improve decision making and project controll. The mathematical background is well developed and the challenges are the practical application and the demonstration of benefits. In this paper an application limited to cost calculations is presented. The approach is a three step procedure of system analysis, risk analysis and risk calculation and profiling as a decision making basis. The case is the restructuring of a natural area to improve both natural values and river discharge. Costs are largely covered by gains of winning sand and gravel from a riverside excavation pit. The paper consists of two parts. In this first part the system engineering and probabilistic calculations are presented. In the second part, to be published in the autumn 2012 delivery of COSTandVALUE, the risk analysis and the backgrounds of the method as here employed will be discussed. In this part the results of the risk analysis serve only as input for the calculations, without discussing the backgrounds. The effects of three model variations on the quality of the cost calculation are investigated:

1. two levels of detail of the cost calculation
2. four methods of probabilistic calculations
3. the effect of variation of the coefficient of correlation

The results appear not to be only largely dependent on the input data, as often stated, but also on the mentioned variations. It is once again suggested that probabilistic calculations can easily be produced, due to availability of software, but require expertise to deserve confidence. This does not mean to suggest that the calculations in this paper meet the second part of the suggestion.

Dit artikel is gesplitst in twee delen. In dit eerste deel wordt ingegaan op de systeembeschouwing en de probabilistische berekeningen. In het tweede deel, dat zal verschijnen in het najaarsnummer in 2012 van COSTandVALUE, worden de risico-analyse en achtergronden van de hieronder gebruikte methode behandeld. Omdat voor de probabilistische berekeningen de resultaten van de risico-analyse nodig zijn, worden slechts de resultaten hier gepresenteerd zonder op de achtergronden in te gaan.

Inleiding

In dit artikel worden aan de hand van een casus een systeem-beschouwing en een probabilistische methode beschreven. Het voorbeeld betreft de raming van kosten en opbrengsten van een zandwinningproject. De methode is echter bestemd voor alle aspecten van projecten en geldt dus niet alleen voor ramingen. De casus is een werkelijk, maar vereenvoudigd en geanonimiseerd project. Het project betreft het afgraven, verplaatsen en verkopen van grond in een in te richten gebied naast een rivier.

De afgraving gebeurt met een cutterzuiger en kranen, de verplaatsing van grond wordt door middel van vrachtauto's, persleidingen en transportbanden gedaan en een klasseerinstallatie wordt gebruikt om grondsoorten te scheiden.

Het project wordt beschreven als een systeem. Er worden twee subsystemen beschouwd: het fysieke subsysteem van grondstromen en het administratieve subsysteem van geldstromen. De berekeningen hebben tot doel een beslismodel te maken over de financiële haalbaarheid van het project.

De stappen waarin de beschouwing van de casus wordt uitgevoerd zijn:

1. een systeembeschouwing, een geordende beschrijving en begrenzing van de casus met als resultaat een model, in dit geval een raming van het verschil tussen kosten en opbrengsten.
2. een risico-analyse, met als resultaat stochastische data.
3. probabilistische berekeningen met als resultaat een beslismodel.

Het fysieke, civieltechnische subsysteem van grondstromen wordt beschreven ten behoeve van het kostensubstelsysteem. De risico-analyse en de probabilistische berekeningen worden enkel opgesteld

voor het kostensubstelsysteem. Het beslismodel is geen onderdeel van dit artikel.

In dit artikel worden de effecten van drie parameters op de kwaliteit van de raming onderzocht:

1. Het detailniveau van de raming.
2. De gehanteerde methode van (probabilistisch) rekenen.
3. De correlatiecoëfficiënt die gehanteerd wordt in de probabilistische ramingen.

Om de effecten van het detailniveau van een raming te illustreren worden twee niveaus van ramingen vergeleken. Om (probabilistische) rekenmethoden te vergelijken worden vier verschillende methoden beschouwd. Vervolgens wordt het effect van de correlatiecoëfficiënt, een maat voor de stochastische afhankelijkheid tussen twee variabelen, beschouwd.

Het doel van deze beschouwingen is inzicht te krijgen in factoren die de kwaliteit van een raming kunnen bepalen.

System

Beschrijving

Een systeemanalyse wordt hier in vier stappen uitgevoerd:

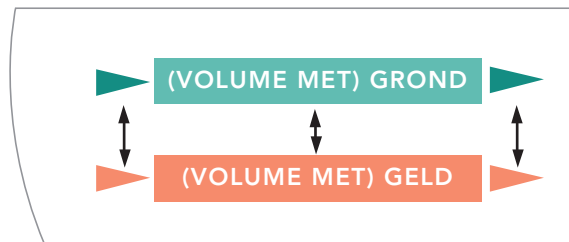
1. vaststellen van de informatie (afbeeldingen en beschrijvingen)
2. vaststellen van grenzen, doel en randvoorwaarden van het systeem;
3. samenvatten van de informatie in schema's: procesdiagrammen, netwerken en bomen van de elementen, met als hoofdindeling objecten, belanghebbenden en processen;
4. opstellen van een (reken)model, in dit geval een kosten- en opbrengstenopstelling;

Het totale systeem bestaat uit een grond- en een geldbalans. De in- en uitstromen zijn gerelateerd. (Figuur 1)

Voor de verdere beschouwing worden de grond- en de geldbalans losgekoppeld. De beide subsystemen bestaan dan in hoofdzaak uit

1. **Civieltechnische engineering** (voor voorbeelden zie foto's)
 - a. objecten (bijv. grond, machines en arbeiders);
 - b. processen (ontgraven, klasseren, transporteren);
 - c. belanghebbenden (in dit geval enkel de eigenaar en mogelijk tevens opdrachtgever van een latere aannemer).
2. **Kosten engineering**
 - a. objecten (begrotingsposten uitgedrukt in geld);
 - b. processen (omzetten van instroom naar uitstroom van geld);
 - c. belanghebbenden (financier).

Het doel is een raming te maken. De grenzen van het systeem zijn bovenstaand aangeduid. Het systeem wordt als geïsoleerd opgevat. Er worden geen randvoorwaarden beschouwd. Omdat de objecten in de processchema's en de raming voldoende duidelijk in hun samenhang naar voren komen, worden hier geen bomen of netwerken getekend. Omdat slechts één partij één belang in het geld-systeem heeft, budgettaire haalbaarheid, hoeft



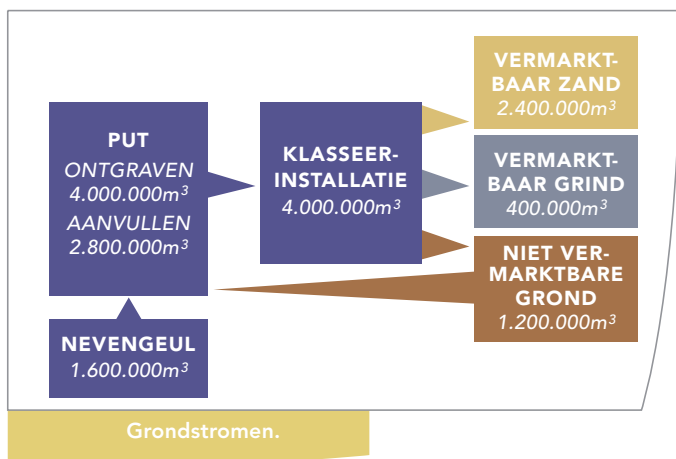
Figuur 1 – Totale systeem.



Figuur 2 – Fysieke objecten. FOTO'S: A. BIJL-WEISZ, DIENST LANDELIJK GEBIED (MINISTERIE EL&I)



Figuur 3 – Fysieke processen. BOVENSTE FOTO: BEELDENBANK RWS



ook hierop niet te worden ingegaan.

De grond uit de put wordt naar de klasseerinstallatie getransporteerd (4 miljoen m³). De grond uit de nevengeul wordt in de put gestort (1,6 miljoen m³). In de klasseerinstallatie worden drie soorten grond gescheiden, waarvan twee soorten vermarktbaar zijn (samen 2,8 miljoen m³) en één niet vermarktbaar is (1,2 miljoen m³). De niet vermarktbare grond wordt teruggestort in de put. Zie figuur 4.

De kosten van de werkzaamheden worden gefinancierd uit de opbrengsten en het investeringsbedrag met als voorwaarde dat het resultaat positief is. De geldstroom is in het figuur 5 weergegeven.

Rekenmodel

Een raming van prijs y is te schrijven als een niet lineaire functie van hoeveelheden x , eenheidsprijzen u en opslagfactoren γ . Een prijs per ramingspost wordt voorzien van een index i en een opslagfactor met een index ξ .

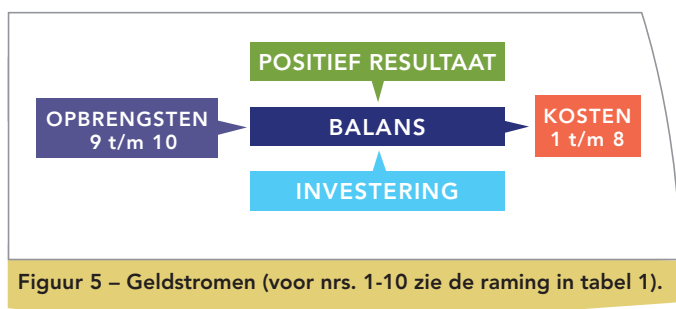
$$y = \prod_j \gamma_j \sum_i x_i u_i$$

De raming is tot stand gekomen op de traditionele wijze van hoeveelheden, eenheidsprijzen en toeslagfactoren.

$$y = ((x_1 u_1 + x_2 u_2 + x_3 u_3 + x_4 u_4)(1 + y_5^*) + y_6) (1 + y_7^* + y_8^*) - x_9 u_9 - x_{10} u_{10}$$

De vastgoedkosten zijn hier niet in rekening gebracht omdat alle grond in bezit van de eigenaar is en blijft. De risicoreservering is gebaseerd op een risico-analyse. Op de achtergronden van deze aanpak wordt in deel 2 van dit artikel ingegaan. De veronderstelling is dat de kosten uit de verkoop van vermarktbaar grond gefinancierd worden. Om het tekort te dekken heeft de financier-eigenaar een budget van € 2,5 miljoen gereserveerd.

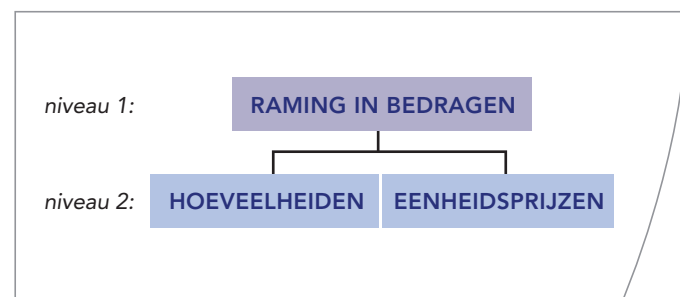
Om inzicht te krijgen in de invloed van de manier van ramen op de probabilistische berekeningen, wordt ook een raming be-



Figuur 5 – Geldstromen (voor nrs. 1-10 zie de raming in tabel 1).

Tabel 1 – SSK Raming van kosten en opbrengsten

Nr. Omschrijving	Eenheid	Hoeveelheid	Eenheids-prijs (€)	Prijs (M€)
Kosten				
1 Grondverzet nevengeul - nat - cutterzuiger	Mm ³	1,6	1,8	2,88
2 Grondverzet put - nat - klasseerinstallatie	Mm ³	4,0	2,2	8,80
3 Klasseerinstallatie	10 ⁶	1	3,8	3,80
4 Transportband	m	1200	1100	1,32
5 Nader te detailleren (5% v/d directe bouwkosten)	10 ⁶ %	5	16,8	0,84
Directe bouwkosten				17,64
6 Indirecte kosten		1	3,21	3,21
Bouwkosten				20,85
7 Engineeringkosten (10% v/d bouwkosten)	%	10	20,85	2,09
8 Risicoreservering (20% v/d bouwkosten)	%	20	20,85	4,17
Totaal Kosten				27,10
9 Opbrengsten zand	Mm ³	2,4	7,5	18,00
10 Opbrengsten grind	Mm ³	0,4	17,0	6,80
Totaal opbrengsten				24,80
Netto (kosten – opbrengsten)				2,30



Figuur 6 – Raming op twee niveaus.

Tabel 2 – Raming niveau 1 – LTU en correlatiematrix

Posten (objecten)	LTU waarden			Correlatiematrix									
	L	T	U	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Grondverzet nevengeul	1,95	2,88	3,74	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0
2 Grondverzet klasseerinstallatie	6,12	8,80	12,76		1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	-0,5	-0,5
3 Klasseerinstallatie	2,80	3,80	4,80			1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,3
4 Transportband	0,84	1,32	2,03				1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,3
5 Nader te detailleren	0,33	0,84	1,68					1,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
6 Indirecte kosten	3,21	3,21	3,21						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7 Engineeringkosten	1,53	2,09	2,83							1,0	0,5	0,0	0,0
8 Risicoreservering	3,05	4,17	5,65								1,0	0,0	0,0
9 Opbrengsten zand	12,00	18,00	17,60									1,0	0,3
10 Opbrengsten grind	4,20	6,80	5,40										1,0

schouwd die gebaseerd is op de directe schatting van prijzen per post (niveau 1), dus niet via de schatting van hoeveelheden en eenheidsprijzen (niveau 2). De bedragen die in de niveau 1 raming gebruikt zijn, zijn gelijk gekozen aan de resultaten van de niveau 2 raming in tabel 1.

Ten behoeve van de onderstaande beschouwing is de raming vereenvoudigd tot een som van 10 posten. De raming op niveau 1 bestaat dus uit 10 bedragen en de raming op niveau 2 uit 10 hoeveelheden en 10 eenheidsprijzen. Voor de Mean Value Approach (MVA) is niveau 2 gelineariseerd volgens de term na de pijl in de tweede formule.

Niveau 1:
$$\sum_{i=1}^{10} y_i$$

Niveau 2:
$$y = \sum_{i=1}^{10} x_i u_i \Rightarrow y = \sum_{i=1}^{10} (-x_{0i} u_{0i} + x_{0i} u_i + u_{0i} x_i)$$

Hierin zijn:

- y prijs
- i nummer van de ramingspost
- * indicator om de schrijfwijze als fractie van y_i aan te geven
- 0 indicator om het punt waarom gelineariseerd wordt aan te geven
- x hoeveelheid
- u eenheidsprijs

Resultaten risico-analyse

Voor het maken van probabilistische berekeningen is numerieke informatie nodig over:

- het model, dat bestaat uit de vergelijkingen die de relaties tussen de variabelen en parameters beschrijven, hier de relaties op niveau 1 of 2;
- de simultane verdelingsfuncties van de variabelen en de parameters in het model.

Tabel 3 – Raming niveau 2 - LTU waarden van hoeveelheden en eenheidsprijzen

Posten (objecten)	hoeveelheden			eenheidsprijzen		
	L	T	U	L	T	U
1 Grondverzet nevengeul	1,5	1,6	1,7	1,3	1,8	2,2
2 Grondverzet klasseerinstallatie	3,6	4,0	4,4	1,7	2,2	2,9
3 Klasseerinstallatie	1	1	1	2,8	3,8	4,8
4 Transportband	1100	1200	1440	760	1100	1412
5 Nader te detailleren	2	5	10	16,8	16,8	16,8
6 Indirecte kosten	1	1	1	3,21	3,21	3,21
7 Engineeringkosten	10	10	10	15,25	20,85	28,23
8 Risicoreservering	20	20	20	15,25	20,85	28,23
9 Opbrengsten zand	1,6	2,4	3	4,0	7,5	11,0
10 Opbrengsten grind	0,2	0,4	0,6	9,0	17,0	21,0

Tabel 4 – Raming niveau 2, correlatiematrix h = hoeveelheid / p = eenheidsprijs

	h1	h2	h4	h5	h9	h10	p1	p2	p3	p4	p1	p10
h1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h2		1,0	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
h4			1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	0,0	0,0
h5				1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h9					1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0
h10						1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5
p1							1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
p2								1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
p3									1,0	0,0	0,0	0,0
p4										1,0	0,0	0,0
p5											1,0	0,5
p10												1,0

Omdat de simultane verdelingsfunctie en de benodigde data vrijwel nooit bekend zijn, wordt hiervoor meestal uitgegaan van:

- de marginale verdelingsfuncties van de variabelen en de parameters in het model;
- de stochastische samenhang van deze verdelingsfuncties.

Omdat ook deze informatie vaak niet beschikbaar is, worden de volgende verdere vereenvoudigingen doorgevoerd:

- de variabelen en parameters worden bepaald door representatieve waarden voor minimum, modus en maximum L, T, U (lower, top, upper);
- de stochastische samenhang wordt uitgedrukt in een maat voor de sterkte van het lineaire statistische verband tussen variabelen en parameters, de correlatiecoëfficiënten ρ .

Bij de schatting van de LTU waarden worden vervolgens driehoeksverdelingen voor de variabelen aangenomen, omdat dit de minimale aanvullende veronderstelling op de LTU waarden is. Op de waarden in onderstaande tabellen wordt bij de risico-analyse (zie deel 2) ingegaan. Een correlatiecoëfficiëntenmatrix op niveau 1 is een 10 x 10 matrix, waarvan 45 coëfficiënten geschat moeten worden. Op niveau 2 is dit een 20 x 20 matrix waarvan 190 coëfficiënten te bepalen zijn.

In de tabellen 2-4 zijn de resultaten van de risico-analyse samengevat.

Probabilistische berekeningen

Verskil tussen de berekeningswijzen

Er zijn vier typen berekeningen gemaakt:

1. deterministische waarden;
2. extreme waarden (Extreme Values Approach, EVA);
3. stochasten waarvan de verdelingsfunctie benaderd is door een normale verdeling rond het gemiddelde (Mean Value Approach, MVA);

4. stochasten met hun verdeling met een programma voor Monte Carlo simulatie (MC).

De MC berekeningen zijn respectievelijk gemaakt met ongecorrleerde, met volledig positief gecorrleerde en met de geschatte matrix (uit de tabellen 2 en 4). De resultaten zijn onderstaand samengevat.

Met de traditionele deterministische raming wordt een resulterend kostenbedrag van 2,31 M€ gevonden. Het beschikbaar gestelde budget is 2,5 M€. Hiermee zou het project dus kunnen worden aangegaan.

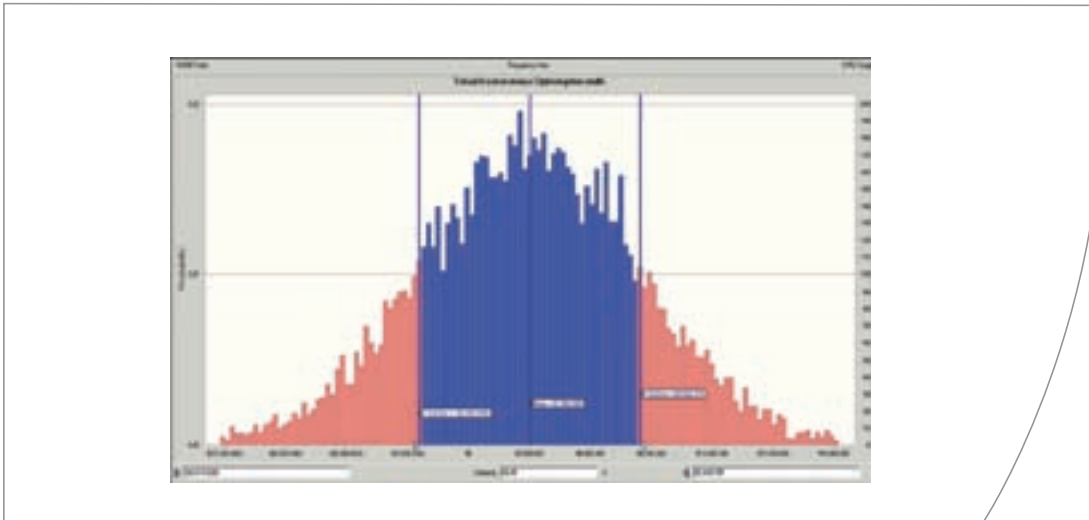
Uit de gevoeligheidsanalyse, EVA, volgt echter dat de mogelijke uitkomsten zeer sterk kunnen afwijken. Het is nauwelijks denkbaar dat op grond van deze uitkomsten het project ongewijzigd doorgang kan vinden. Deze analyse is echter weinig nauwkeurig. Een betere uitkomst wordt verkregen met een MVA, die voor niveau 1 een gemiddelde van 1,67 M€ (50% kans op overschrijding) en $\mu + 1,28\sigma = 9,48$ M€ voor een 10% overschrijdingskans geeft. Als een faalkans van 10% wordt geaccepteerd, schiet het budget dus tekort. Bij een MVA worden echter geen kansverdelingen gebruikt, maar slechts de parameters μ en σ en eventueel ρ .

Dat kan wel met een integratiemethode, zoals een MC. Voor de beschouwde ongecorrleerde gevallen wijkt het resultaat nauwelijks af van de MVA. Op niveau 1 is uitgegaan van enkel de prijzen. Als de hoeveelheden en eenheidsprijzen, niveau 2, worden doorgerekend, blijken aanzienlijke verschuivingen in het gemiddelde en de standaardafwijking op te treden. Dit wordt veroorzaakt door de grotere scheefheid van de verdelingen op dit niveau.

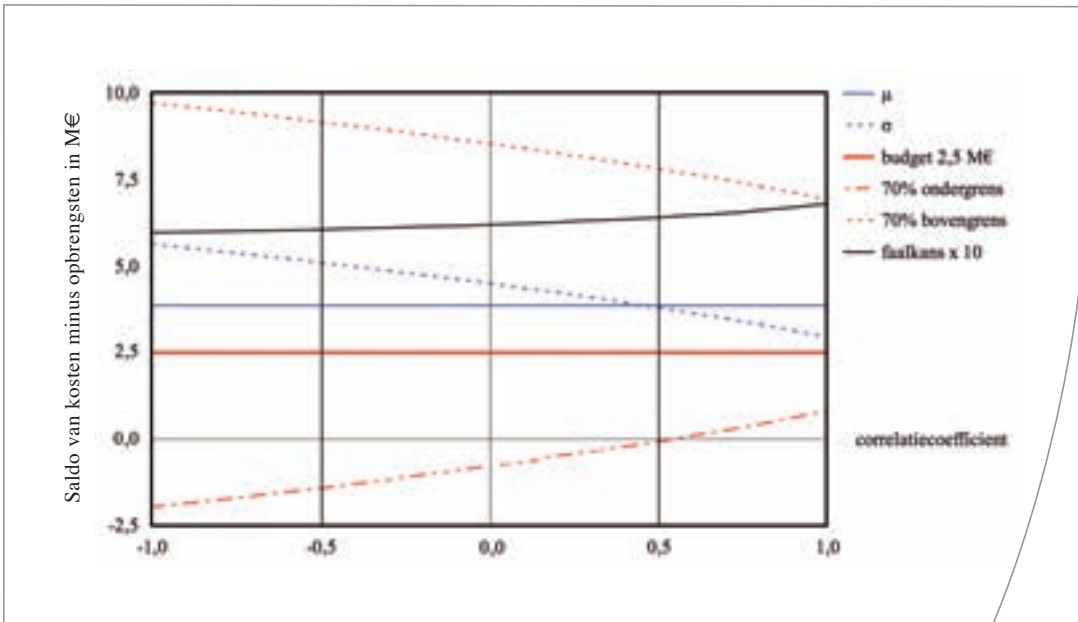
Ten opzichte van civieltechnische objecten met faalkansen in de orde van grootte van 10^{-4} - 10^{-7} als er ernstig persoonlijk letsel in het geding is en 10^{-2} - 10^{-4} bij falen van onderdelen zijn de

Tabel 5 – Resultaten berekeningen (M€)						
Berekening nr		L	T	U		
1	Deterministisch (zie tabel 1)	2,31				
2	EVA	-25,80	2,31	28,49		
		$\mu - 1,28\sigma$	μ	$\mu + 1,28\sigma$	σ	ρ
3	MVA niveau 1, ongecorrleerd	-6,14	1,67	9,48	6,10	
	MVA niveau 2, ongecorrleerd	-1,88	3,88	9,64	4,50	
4	MC niveau 1					
	■ ongecorrleerd, $\rho = 0$		1,70		6,10	0,44
	■ beste schatting van ρ (zie tabel 2)		1,61		5,71	0,43
	■ volledig gecorrleerd, $\rho = 1$		1,56		11,13	0,46
	MC niveau 2					
	■ ongecorrleerd, $\rho = 0$		3,84		4,58	0,63
	■ beste schatting van ρ (zie tabel 4)		3,50		5,60	0,56
	■ volledig gecorrleerd, $\rho = 1$		3,83		7,23	0,57

μ = gemiddelde
 σ = standaardafwijking
 ρ = correlatiecoëfficiënt
 ρ = faalkans bij het budget van 2,5 M€



Figuur 7 – Voorbeeld van een resultaat van een Monte Carlo berekening.



Figuur 8 – Faalkans van het project als functie van de correlatiecoëfficiënt.

berekende faalkansen erg groot. Deze raming betreft een vroege fase van een project en de conclusie moet zijn dat verdere detaillering nodig is.

Effect van de correlatiecoëfficiënt

Om het effect van een correlatiecoëfficiënt toe te lichten beschouwen we het verschil tussen de som van de kostenposten en van de opbrengstenposten. De geraamde verwachtingswaarde en standaardafwijking van de kosten zijn $\mu_k = 27,65$ M€ en $\sigma_k = 1,35$ M€. De geraamde waarden voor de opbrengsten zijn $\mu_o = 23,77$ M€ en $\sigma_o = 4,29$ M€ (berekening nr. 3, niveau 2).

De standaardafwijking van het totaal (saldo, kosten minus opbrengsten) is afhankelijk van de correlatie tussen de kosten en de opbrengsten. De verwachtingswaarde voor het totaal, het verschil

van kosten en opbrengsten, is $\mu = 3,88$ M€, onafhankelijk van ρ . De spreidingen en overschrijdingskansen als functie van de mate van correlatie ρ staan in de figuur 8. Het betrouwbaarheidsinterval van 70% geeft aan waar bij 70% van de uitkomsten de grenzen liggen.

Bij een budget van 2,5 M€ is dit project dus zeer riskant. In de probabilistische beschouwing is een faalkans van ca. 60% berekend. De risico-attitude van de projecteigenaar en het stadium van het project bepalen of de raming voldoende basis biedt voor verdere verfijning en in welke mate maatregelen moeten worden geïntroduceerd. ■

Deel 2 van dit artikel wordt gepubliceerd in het volgende nummer van COSTandVALUE.



GRAHAM GILMER
BOOZ ALLEN HAMILTON - USA



ERIC DRUKER
BOOZ ALLEN HAMILTON - USA

ANALYTICAL PROGRAM MANAGEMENT: AN APPROACH FOR INTEGRATING COST, SCHEDULE AND RISK

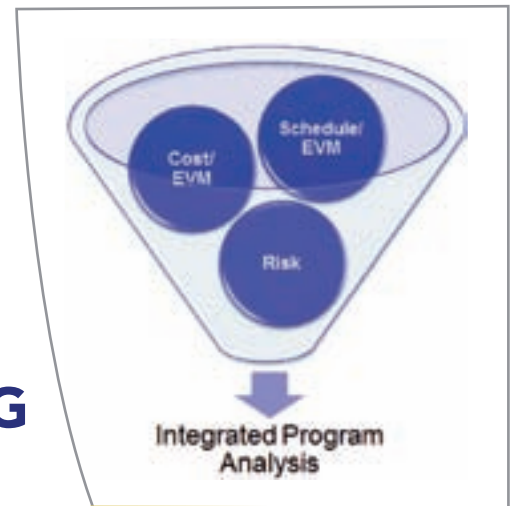


Figure 1 – APM is Integrated Analysis of Cost, Schedule, and Risk.

One of the greatest challenges in managing costs on programs is the lack of cost, schedule, and risk integration. Schedule growth, should it come to pass, almost always implies cost growth. Cost growth almost always implies schedule growth. In addition, risks identified as part of the risk management process often lead to both cost and schedule growth. Despite the interconnection of these disciplines, it is rare when cost estimates, schedules, and risk registers are fully integrated artifacts.

Analytical Program Management (APM) is a methodology, pioneered by Booz Allen Hamilton on highly complex programs, such as the US National Aeronautics and Space Administration's (NASA) James Webb Space Telescope (JWST) and Landsat Data Continuity Mission (LDCM), for fully integrating cost, schedule, and risk. APM ensures a program has compatible cost, schedule, and risk artifacts and allows projects to immediately determine the impacts of cost on schedule growth and vice versa. In addition, because the cost estimate and risk register are fully integrated with the schedule, the secondary and tertiary effects are revealed. This provides a far more complete view of critical risks affecting cost and schedule risk and enables program managers to proactively manage their risks with an eye toward reducing cost and schedule growth. The use of a Monte Carlo simulation tool, Dice, uncovers the risk-adjusted cost estimate and schedule, allowing program managers to budget and plan their programs using statistical confidence levels while revealing the near-critical paths in the schedule that should be closely monitored. This methodology identifies actions that program managers can take, either by accelerating tasks, mitigating risks, or removing scope, to ensure their program fits within a constrained budget and schedule.

Analytical Program Management (APM)

By combining standard program artifacts such as an integrated master schedule (IMS), a risk register, and a cost estimate into

a single analytic model, APM removes the roadblocks for project integration. The IMS serves as the base for the APM analysis, with uncertainty bounds placed on activity durations. The uncertainty bounds identified within the cost estimate are connected to the IMS through a shared Work Breakdown Structure (WBS). The cost estimates should be an unbiased estimate of what the program will cost to complete and should include management reserve to cover potential risks. If the cost estimate was developed independently from the IMS, the budget may also be used. In this case, the cost estimate is likely to already contain the cost impacts of the schedule risk. The risk register is mapped to specific activities within the IMS. The combination of these three artifacts is what APM uses to create an integrated program analysis. APM combines cost and schedule risk analysis into a single, coherent output that visualizes the relationship between cost and schedule. APM is a cost-loaded, schedule-based risk analysis simulation that accomplishes the following:

- Shows the downstream effects of risks;
- Enables risk-based management of subcontracts; mitigates cost growth from change orders;
- Shows the probability that each task will appear on the critical path;
- Reveals the range of potential costs for any schedule outcome and vice versa;
- Allows PMs to set reserves based on confidence levels;
- Defends budgetary and scheduling decisions;
- Shows the impact of each task and risk on cost and schedule, including the secondary and tertiary risk impacts;
- Allows PMs to immediately quantify the cost and schedule impacts of scope or requirements changes;

The Impact of Dice on APM

One of the challenges in performing integrated cost and schedule risk analysis is the time required to run simulations. Industry-standard risk analysis tools have run-times of minutes or hours,



Figure 2 – Dice Calculates Probabilistic Cost and Schedule Estimates.



Figure 3 – Dice Uses Rapid Monte Carlo Simulation to Analyze All Programmatic Outcomes.

prohibiting their use as real-time decision-making models because they cannot be re-run during meetings. APM also differs from traditional risk analysis by ranking risks based on their quantified impacts on the projects through simulation, as opposed to a likelihood multiplied by a consequence factor.

Dice is a new software tool for performing APM. Dice was purpose-built to address user issues with the industry-standard tools. In particular, Dice seeks to achieve the following goals:

- **Software runtime performance.** Ensures that program managers do not need to plan around the software’s performance;
- **Simplicity.** Streamlines sophisticated analysis into easy-to-perform functions;
- **Learnability.** Guarantees new users can easily learn the interface for rapid analysis.

Analyses are no longer performed and viewed separately, but rather are integrated and optimized. This opens the lines of communication among cost, schedule, and risk management staff, providing a common dashboard for analysis. The result is better program management.

Case Study for APM

Better software performance improves analysis and decision making ability.

NASA deployed Dice across the organization for any NASA analyst to use on any program. In one example, Booz Allen Hamilton assisted NASA with Dice to support creating risk-adjusted cost and schedule estimates for the JWST, NASA’s flagship science program. Booz Allen worked with NASA to develop the program’s first integrated schedule, overlaid with costs and a quantified risk register, which was analyzed using APM techniques. Dice’s engine could re-run the model instantaneously, which provided NASA with substantial flexibility in exploring scenarios and excursions for program planning. The analysts could run models live in the meeting room, and this unprecedented responsiveness

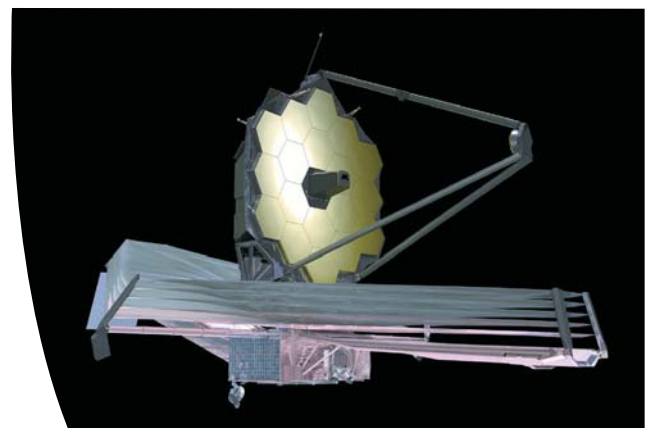


Figure 4 – NASA’s James Webb Space Telescope. A New Generation for Space-based Observation.

prevented delays in review and decision making by the US Congress.

Conclusion

APM provides a first of its kind, structured framework for integrating cost estimates, schedules, and risk registers. This analysis ensures that these artifacts are compatible and result in a cohesive analysis. When APM is applied with Dice, program managers can rapidly consider various actions to ensure their programs fit within a constrained budget and schedule. This type of analysis is mandated by policy for NASA budgeting and planning, but it is quickly gaining traction in areas such as defense, aerospace, shipbuilding, oil and gas, mining, construction, and other industries that require cutting-edge program management tools and techniques. ■

For more information please contact:
 Eric Druker druker_eric@bah.com
 Graham Gilmer gilmer_graham@bah.com

AGENDA 2012

FIG Working Week

6 – 10 Mei, Rome, Italië
www.fig.net/fig2012

ISPA/SCEA Congress

Assuring Cost Efficiency: Global Solution
14 – 17 mei, Brussel, België
www.cvent.com/d/5cqjw2

SAVE International® 52nd Annual Conference

Come to Orlando. Where the Sun Shines on Value
11 – 14 Juni, Orlando - VS
www.value-eng.org/2012conference/details.php

8th ICEC World Congress

Quest for Quality
23 – 27 Juni, Durban, Zuid-Afrika
www.icec2012.org.za

SCEA/ISPA Conference

26 – 29 Juni, Hilton Orlanda – VS
www.sceaonline.org

Total Cost Management Conference

14 – 15 November, Dubai – UEA
www.aacei.org

Topics in the next issue of Onderwerpen in nr. 2 van COSTandVALUE

- Best Value Procurement
Inkopen tegen de gunstigste inkoopprijs
- Dynamic cost coding in the petrochemical industry
Dynamische kosten codering in de petrochemische industrie
- Cost Engineering in the software industry
Cost Engineering in de software industrie
- Risk approach in estate development, part 2
Risicobenadering in projectontwikkeling, deel 2
- Normalizing cost data of tunnelprojects
Normaliseren van kostengegevens van tunnelprojecten

Elke site wordt
weggeklikt.



Goed **drukwerk**
wordt bewaard.

Uw communicatie krijgt méérwaarde met Educom BV: *méér dan uitgever*. Educom BV kent u als producent van gerenommeerde vakbladen als *Geotechniek, Geokunst, Vitruvius* en *COSTandVALUE*.

Maar wij verzorgen ook bedrijfs- en citymagazines, nieuwsbrieven, personeelsbladen, brochures enz. *Content, beeld, design, productie, verspreiding, abonnementenbeheer: alles in één hand. Wél zo efficiënt, wél zo voordelig. Neem contact met ons op en wij vertellen u er meer van.*



Educom BV

www.uitgeverijeducom.nl

Tel. +31 (0)10-425 6544

info@uitgeverijeducom.nl



**Wanneer nog
niet alle gegevens
bekend zijn,
is het voor Deerns
technisch mogelijk
verhaal!**

Deerns

...brengt ideeën tot leven

Vroegtijdig de (levensduur)kosten scherp in beeld hebben is cruciaal voor goede managementinformatie bij steeds meer nieuwbouw- en renovatieprojecten. Ook wanneer nog niet alle informatie beschikbaar is, moet het 'kostenverhaal' duidelijk zijn.

Door uitgebreide kennis en ervaring op het gebied van kostenbeheer binnen installatietechniek zijn de specialisten van Deerns in staat deze kosten snel inzichtelijk te maken. Zelfs in de conceptfase van een project. Want ook wanneer nog niet alle gegevens bekend zijn, is het voor Deerns een duidelijk verhaal!

Gezonde leef- en werkomgeving
Bedrijfskritische faciliteiten
Duurzaamheid en energie
Nieuwe techniek
Veiligheid

www.deerns.nl

FLUOR

Celebrating 100 years

Building the World's Toughest Projects for 100 Years

Fluor delivers engineering, procurement, construction, maintenance and project management services around the world.

For a century, clients have selected Fluor and its workforce of 43,000 people to complete challenging projects and deliver innovative solutions.

Fluor maintains a network of offices in 30 countries and serves a wide variety of industries worldwide.

Visit us at www.fluor100.com



*100 Years of
Imagination
Innovation
Reliability*

FLUOR®