

COST and VALUE

VAKBLAD VOOR COST AND VALUE ENGINEERS

JAARGANG 4 – NUMMER 7 – APRIL 2015

JOURNAL FOR COST AND VALUE ENGINEERS

YEAR 4 – NUMBER 7 – APRIL 2015



MET O.A.

ECONOMIC LIFE OF AN ASSET

EEN VERBORGEN PAREL IN DELFT

VALUE ENGINEERING & MARKTCONSULTATIE

PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT (PPM)

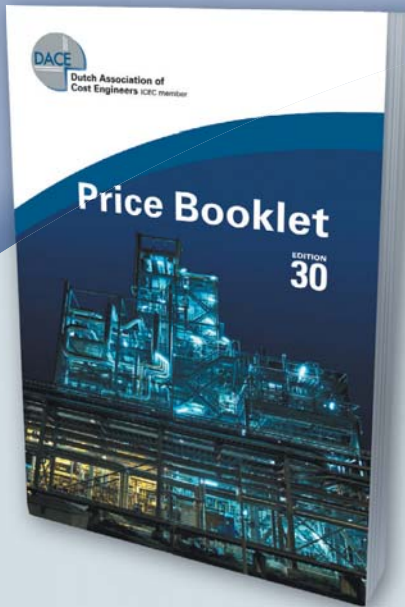
VALUE ENGINEERING IN DE VLIEGTUIGBOUW

KOSTEN VAN WATERKERINGEN



IS PROBABILISTISCH RAMEN EEN WETENSCHAP?

Snel op weg met kostenramingen



DACE Prijzenboekje met online richtprijzen voor industriële procesinstallaties

Praktisch en onmisbaar bij

- Raming van projecten
- Kostenafweging van alternatieve uitvoeringen
- Toetsing van offerteprijzen
- Vergelijking eigen prijzen met marktprijzen

DACE Price Booklet is nu ook te raadplegen via de website www.dacepricebooklet.com!

DACE Prijzenboekje / Price Booklet en website wordt verzorgd door leden van de DACE Special Interest Group Cost Engineering Process Industry, kostendeskundigen die actief betrokken zijn bij investeringsprojecten en midden in de praktijk staan.



Ga voor uw bestelling of een abonnement naar www.bimmedia.nl/prijzenboekje of www.dacepricebooklet.com of bel 070 304 67 77

WE MAKE IDEAS WORK

Duurzaamheid concreet maken?

Tebodin is uw partner voor het definiëren van uw duurzaamheidsdoelstellingen en het vertalen daarvan op projectniveau. Door duurzaamheid integraal deel uit te laten maken van onze dagelijkse projectvoering worden "smart solutions" geïmplementeerd, die bijdragen aan het reduceren van de carbon footprint, waterverbruik en afval in productielocaties. Daarnaast kunnen wij u helpen bij het verkrijgen van duurzaamheidscertificaten zoals LEED, Breeam, Cradle to Cradle, LCA, CO₂ prestatieleidder en het opstellen van uw duurzaamheidsrapportages.

Tebodin is onderdeel van de internationale 'engineering en services' onderneming Bilfinger SE

TEBODIN NETHERLANDS B.V.
www.tebodin.nl > duurzame oplossingen
www.bilfinger.com



VAN DE REDACTIE

Met enige trots presenteren we alweer het zevende nummer van Cost and Value. Wij zijn als redactie momenteel enigszins verzwakt doordat redacteur Hans Lammertse is uitgevallen met ernstige problemen aan zijn ogen, waardoor lezen en reizen nauwelijks mogelijk is. We hopen echter dat de geplande operatie(s) succesvol zijn en Hans weer spoedig hersteld zal zijn.

Dit nummer bevat, zoals u van ons gewend bent, weer een veelheid aan onderwerpen uit verschillende vakgebieden. De artikelen komen vanuit de maakindustrie, bruggenbouw, vliegtuigbouw, waterbouw alsook de herbesteding van een monumentale watertoren. Een rode draad is het analyseren, berekenen en optimaliseren van de economische levensduur van assets. Een zeer actueel onderwerp

in het huidige economisch klimaat waar de behoefte bestaat zoveel mogelijk waarde te creëren met bestaande assets als machines, dijken, bruggen of monumenten. Een ander thema dat terugkomt, is de kunst van het trefzeker budgetteren en het bestrijden van het spook dat budgetoverschrijding heet. Kortom, een nummer dat het lezen opnieuw meer dan waard is!

Intmiddels verzamelt de redactie artikelen voor nr. 8 dat in het najaar verschijnt. Deze betreffen wij graag vanuit onze eigen doelgroep, de lezers van COSTandVALUE. Wilt u reflecteren op een artikel of als u een interessant onderwerp heeft waarover u wilt publiceren dan kijken wij daar halsreikend naar uit!

De redactie



Kosten- en risicomangement - Doordacht en doeltreffend

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

Een greep uit onze expertises:

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



royalhaskoningdhv.com

COSTandVALUE – jaargang 4 – nummer 7 – april 2015

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

Aanleveren van een artikel? Kijk voor auteursinstructies op <http://tinyurl.com/bkkg9o7>

Deadline editie nr. 8 COSTandVALUE: 10 juni 2015.

UITGEVER/ BLADMANAGER

Robert P.H. Diederiks

REDACTIE

Diederiks, Robert
Lammertse, Hans
Rol, Ir. Arno
Loeve, Ir. Ruud

REDACTIERAAD

Antoine, Drs. Ing. Ed *Senior Kostendeskundige RoyalHaskoningDHV*
Gesink, ing. Martijn *Kostenmanager Noordzuidlijn, KODOS BV*
Koster, ing. Martijn *Regional Estimating Manager, Fluor Amsterdam*
Kuijvenhoven, Drs. Jarno *Project Control Manager, DSM Expert Center B.V.*
Rensen, Ing. Jos *Cost Engineer, AkzoNobel Engineering & Operational Solutions*
Spitteler, Mw. Marion *Directie, Uitgeverij Educom BV*
Vrijling, Prof. Drs. Ir. Han *TU Delft /afd. CITG*

COVER

Plaatsing van GENx-2B motoren
aan de Boeing 747-8 Freighter.
Zie het artikel 'Value Engineering
in de Vliegtuigbouw'.

HOOFDSPONSORS



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

FLUOR

Fluor B.V.

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

SUB-SPONSORS



Tebodin Netherlands B.V.

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

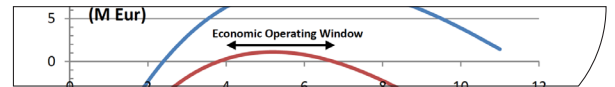


Kosten- en risicomanagement
Onderdeel van de
Business Unit Infrastructuur
Postbus 1132, 3800 BC Amersfoort
www.royalhaskoningdhv.com

INHOUD

ACTUEEL 5 DACE RUBRIEK 6 COLUMN 12 AGENDA 41

ECONOMIC LIFE OF AN ASSET 8



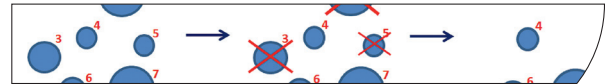
EEN VERBORGEN PAREL IN DELFT 14



VALUE ENGINEERING & MARKTCONSULTATIE 19



PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT (PPM) 24



VALUE ENGINEERING IN DE VLIEGTUIGBOUW 29



KOSTEN VAN WATERKERINGEN 35



IS PROBABILISTISCH RAMEN EEN WETENSCHAP? 38



LINKS

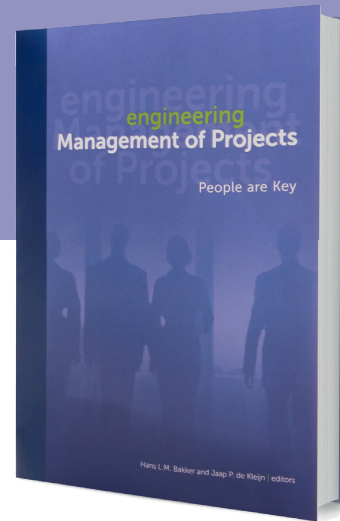
Nationaal

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

Internationaal

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

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



- **Innovative view on project management by Delft University of Technology professor Dr. Hans Bakker and a group of senior professionals**

MANAGEMENT OF ENGINEERING PROJECTS – People are Key is a must-read document for project managers in both the (process) industry and the civil/infrastructure sector.

- **Basis for successful completion of both green and brown field projects in the process industry and infrastructure sector**

Main Topics

- Managing engineering projects is all about people, for people are key. The people in the project team make the difference.
- Front-end development and early involvement of all key stakeholder are crucial success factors.
- With opportunity framing broad support and commitment as well as project enrichment can be achieved.
- The application of a fit-for-purpose approach, preferably by scaling rather than skipping, is another success factor.
- Fit-for-purpose contractual arrangements between owner and contractor.
- Key elements of project monitoring and control are explained and illustrated with straightforward examples.
- Implementation of an operational readiness concept enables a flawless start-up and operational excellence.
- Inside look on future trends and challenges for the management of engineering projects.

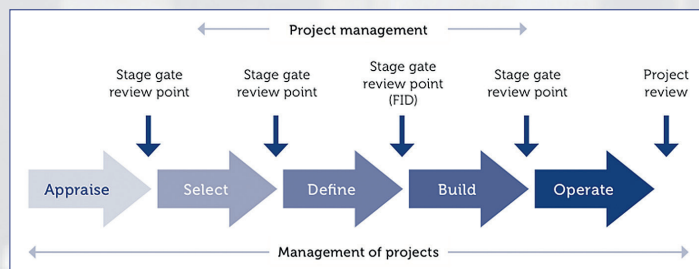
- **Building and leading your team to a higher level**

- **Comprehensive guide to manage projects more successfully, right through completion and start-up**

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



The Process Industry Competence Network



The management of a project goes beyond project management

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

Estimating and Project Controls: Closing the Loop

Op 6 en 7 mei 2015 vindt het Cost Engineering Event 2015 plaats, georganiseerd door Cost Engineering Consultancy in Hotel Ara te Zwijndrecht. Cost engineers van over de hele wereld komen samen voor dit Event om mede cost engineers te ontmoeten en te leren van de beste experts in ons vakgebied.

De komende editie van het Cost Engineering Event heeft als thema "Estimating and Project Controls: Closing the Loop". Een belangrijk onderwerp voor veel ondernemingen.

CEC is trots om de keynote spreker aan te kondigen, Alexia Nalewaik, Chair van de International Cost Engineering



Council (ICEC).

Daarnaast biedt CEC de mogelijkheid om deel te nemen aan een praktische workshop op 8 mei. Deze workshop geeft nieuwe inzichten in bewezen methodieken voor benchmarking en data structuren.

Voor een compleet overzicht van de sprekers en om te registreren voor het Event, kijk op www.costengineering.eu/event of neem contact met op: 078 - 620 0910, event@costengineering.eu ■





COST ENGINEERING EVENT 2015

COST ESTIMATING AND PROJECT CONTROLS: CLOSING THE LOOP

6 MAY - 7 MAY 2015 **HOTEL ARA - ZWIJNDRECHT, THE NETHERLANDS**



KEYNOTE SPEAKER:
ALEXIA NALEWAIK
PHD FRICS CCP CCA

Alexia is Chair of the International Cost Engineering Council (ICEC) and has over 20 years of experience in cost control, risk management, and owner representation.

Mark your calendars! The next edition of the Cost Engineering Event is scheduled from May 6 – 7, 2015.

The Cost Engineering Event is Europe's leading conference in our profession. Following the success of 2013's Event, this will again be the perfect opportunity to learn from the most respected experts in the field of cost engineering and meet with your peers from various industries and nationalities.



BENCHMARKING WORKSHOP
JAMES WHITESIDE - PE

James has over 37 years of design engineering and project controls experience in chemical and petroleum facilities. He is a fellow of AACE International and has received the Technical Excellence Award.

FOR MORE INFORMATION & ONLINE REGISTRATION VISIT:
WWW.COSTENGINEERING.EU/EVENT

+31 (0)78 620 09 10
EVENT@COSTENGINEERING.EU

DE MEERWAARDE VAN DE COST ENGINEER IN DE 4e INDUSTRIËLE REVOLUTIE

De jongste Special Interest Group van DACE, Cost Engineering Machinebouw en Maakindustrie oftewel SIG CEMM, verzorgde op 27 november de vierde contactbijeenkomst in 2014. Daarmee wilde SIG CEMM zich allereerst presenteren aan de andere deelnemers van DACE en tegelijk de bijeenkomst aangrijpen om van elkaar te leren als het er om gaat hoe de Cost Engineer kan bijdragen aan de concurrentiekracht van de Nederlandse (maak)industrie.

Om machines in Nederland te blijven ontwikkelen zijn een scherpe kostenrekening en Value Engineering nodig om de wereldwijde concurrentie een stap voor te blijven. Er wordt wel gesproken over een Vierde Industriële Revolutie (Industry 4.0). Dit heeft onder meer tot gevolg dat de eisen, de complexiteit en de implementatiesnelheid van nieuwe machines en systemen toeneemt, zonder dat prijzen verhoogd mogen worden. Dit soort ontwikkelingen speelt ongetwijfeld ook in andere sectoren, zoals infra en procesindustrie. Wat kan de Cost Engineer hierbij betekenen?

De Cost Engineer als het geweten van het bedrijf

"Eisen, complexiteit en implementatiesnelheid van nieuwe machines en (productie-) systemen nemen toe zonder dat prijzen verhoogd kunnen worden", constateert Ronald de Roos van Ydo Organisatie-adviseurs. "Dat hoeft geen probleem te zijn als we ons de volgende 'lesson learned' uit de maakindustrie ter harte nemen. Een woning met een prijskaartje van 220.000 euro levert 3 hoofdfuncties - constructieve veiligheid, beschutting en comfort -, terwijl een moderne

auto dezelfde functies plus mobiliteit levert vanaf 18.000 euro. Meer functies tegen een veel lagere prijs dus. Dat is het gevolg van een voortdurende industriële evolutie, waarbij het belang van kennis van technologie - producten, processen voor vervaardiging en gebruik - nog slechts 23% is en dat van kennis van organiseren en samenwerken naar 77% is gestegen. Samenwerken binnen het bedrijf, maar ook binnen de keten, is een must. Evenals het opheffen van de scheiding tussen denken, doen, leren en verdienen. Anders denken en werken dus. Het ontwikkelen van nieuwe samenwerkingsvormen in het bedrijf en in de keten valt hieronder, evenals het meenemen van kosten als



ontwerpspecificatie in alle fasen van het project. Daarbij kan de Cost Engineer volgens De Roos zijn meerwaarde inbrengen door het stellen van kritische vragen en het aandragen van feiten in plaats van opvattingen. "Zo wordt het management gedwongen te reflecteren op processen en producten in eigen bedrijf, bij de toepassing van het product bij klanten en bij de realisatie door toeleveranciers. Een rol dus als 'geweten van het bedrijf'. Dit is het meerwaardeprofiel van de Cost Engineer in de Industry 4.0."

De Cost Engineer als de innovatieve bespaarder van het bedrijf

In de maakindustrie is ASML als produ-

cent van machines die chips (IC's) maken medespeler in de Wet van Moore. Hoe deze wedloop bij te houden licht Ronald Provoost toe. "Open innovatie van ontwerp tot manufacturing in een netwerk van klanten, leveranciers, research centers, universiteiten en technologie partners is daarvoor de beste weg. Gezamenlijk deel je risico's en opbrengsten. En partners kunnen de technologie inzetten op andere markten."

Kostentransparantie is in deze bedrijfsfilosofie onontbeerlijk. "Klanten zullen onze machines alleen blijven afnemen als we hen helpen voorop te blijven lopen met kleinere, krachtiger en energiezuinige chips tegen een vergelijkbare prijs."

Provoost laat zien dat kostentransparantie alleen mogelijk is wanneer kosten als belangrijke ontwerp-specificatie worden meegenomen naast andere ontwerp-performance specificaties. "In feite is de opdracht: ontwerp tegen de kosten die voor de

markt nog acceptabel zijn (Design to Cost). Door cost engineering tijdens ontwerpproces te positioneren en mee te nemen kunnen slimmere ontwerpen tot stand komen (industrialisatie van het ontwerp). Ontwerpen op deze manier is niet een doel op zich, maar een methode om kosten en productietijd te verminderen. De (technische) kostenvalidatie vindt plaats in samenwerking met de suppliers. Daar heb je als Cost Engineer wel kennis en praktijkervaring van het fabricage-/productieproces voor nodig. Dat bouw je op door integrale verwevenheid van de competentie Cost Engineering tijdens het productgeneratieproces en door nauwe innovatieve samenwerking met de supply chain. Dit is nodig om toekomstige technologische uitdagingen

te kunnen realiseren met een kost effectief ontwerp.

De Cost Engineer als de concurrentiekracht van het bedrijf

Jan Verbeek van ADSE Consulting and Engineering en lid van de werkgroep Design-to-Cost van SIG CEMM ging dieper in op Design-to-Cost als competitieve productiefactor. "Er zijn nog steeds teveel projecten die onder de maat scoren als het om de financiële resultaten gaat. Daarmee groeit de noodzaak en ook de uitdaging om de kosten competitief te laten zijn. Deze nieuwe realiteit vraagt allereerst een andere mindset. De Roos en Provoost noemden dat al. Namelijk die van 'scope driven estimates' naar 'estimate driven scopes'. Kosten als ontwerp-parameter dus, in plaats van uitkomst. Design to Cost of Target Costing is een kostengericht ontwerp- en managementconcept, waarbij het project of product gerealiseerd wordt op basis van budgettaire (kosten) doelstellingen."

Vanuit de praktijk kan ik daar een aantal 'lessons learned' aan toevoegen.

"Allereerst zullen top down budgetten vastgesteld moeten worden, afgeleid van het totale budget en gevalideerd door de industrie benchmarks (intern en extern). Vervolgens, tijdens het ontwerpproces, worden de kosten geschat of berekend afhankelijk van het niveau van de beschrijving: Parametric of Feature-based tijdens de conceptfase, Activity Based Costing Analyse tijdens de haalbaarheid- en definitiefase, en Bottom up-berekeningen tijdens de volle schaal van ontwikkeling. Focus daarbij niet alleen op terugkerende en directe kosten. Ontwerpbeslissingen brengen ook andere, niet-terugkerende kosten (o.a. management en niet-geplande probleemoplossing) met zich mee."

Design-to-Cost vereist volgens Verbeek

onder meer betrouwbare gegevens over de kosten: "Deze moeten zijn opgesteld voor de aanvang van het project. Het bouwen van een dergelijke database vereist meten: bijvoorbeeld van de werkelijke cyclustijden, manuren en kosten van materialen, onderdelen en diensten; benchmarking en concurrerende biedingen. Let er daarbij op dat verschillende mensen in de organisatie (werknemers, werkvloer en algemeen management) verschillende belangen hebben in de resultaten, vooral als de resultaten ook worden gebruikt voor de operationele performance measurement."

De laatste raadgevingen die de DACE-

deelnemers van Verbeek meekrijgen, zijn deze: "Denk aan de totale life cycle costs: om de kosten in perspectief te zetten, om kostenfactoren die kunnen worden beïnvloed te identificeren, en om suboptimalisatie te voorkomen. Voor vergelijkingsdoel-einden is het normaliseren van de kosten een cruciale randvoorwaarde. Alleen dan kunnen 'incidenten' tijdens het fabricage-/productieproces - commerciële koerswijzigingen, bestuurlijke veranderingen, inflatie en andere omgevingsfactoren beheerst worden vertaald in kosteneffecten, zonder de concurrentiekracht aan te tasten." ■



Ronald de Roos
Ydo organisatie-
adviseurs



Ronald Provoost
ASML



Jan Verbeek
ADSE

ICEC congres Milaan 2014: Zie verslag van Joep van de Meer op www.dace.nl/nieuwsberichten



KAREL ASSELBERGS
ACORDIO, CHEMICAL
ENGINEERING
CONSULTANTS



JAN DIJK
ACORDIO, CHEMICAL
ENGINEERING
CONSULTANTS

A MODEL TO CALCULATE HOW IMPROVEMENT
ON ASSET LIFE CAN BE READILY ASSESSED

ECONOMIC LIFE OF AN ASSET

Introduction

Economic Life can be simply defined as the period of time during which a fixed asset competitively produces a good or service of value. The asset may be small like a pump or large like a complete plant. Nowadays, managing assets effectively is key to the competitiveness of the process industry and owners should regularly address the issue of when to abandon or even replace an asset. Unfortunately, defining and calculating economic life is not always straightforward due to a lack of adequate methods.

This note presents a very simple model to calculate economic life on the basis of a Discounted Cash Flow Analysis. The model can be readily used to assess the impact on the economic life when annual cash flows are bettered by for instance one-off, intermediate capital expenditure or more broadly by Continuous Improvement (CI).

A simplified example is given just to illustrate the method. Then, the model is applied in a “going concern” situation to demonstrate the benefits of implementing a continuous improvement program: in this particular case, a 2 M Eur reduction in annual operating expenditures extends the economic life by 1 year, while also adding about 8 M Eur in net present value terms.

Discounted Cash Flow Analysis is a standard tool in capital budgeting to assess the economic feasibility of a project upfront and aid the investment decision. In the present paper it is demonstrated that DCF analysis is also a powerful tool to evaluate the viability of intermediate investments during the life of an asset.

Asset Life

The life of an asset can be viewed from different perspectives.

The fundamental question is when to stop using an existing piece of equipment or plant. The answer “when the present one wears out” is obviously not sufficient, because it is possible to keep for instance a 1950s classic car running up to the present day, if one is prepared to spend enough money on it. On the other hand, it may be worth to replace a laptop computer by a fourth generation tablet computer well before the former breaks down. Hence, a distinction should be made between the physical life of an asset and its economic life.

The physical life will be well-defined in many cases: for instance when the casing of a slurry pump is worn out beyond repair due to erosion. In other cases a limit must be set on how long the company is prepared to pay money to keep an asset in service. Obviously, a company should not incur losses when it continues operating an asset. So, economic life can be defined as the time after which money is saved by abandoning the asset. In case of an individual piece of equipment, it will probably be replaced at this point in time. For a complete plant a more detailed analysis is required to evaluate whether it will be replaced by a similar plant or a new plant will be built of higher capacity employing state of the art technology and maybe even in another country. From the above, it is evident that the physical life is always greater than or equal to the economic life. To calculate economic life a financial analysis has to be made of profitability (cash flows) and market value of the asset in future years. This can be elegantly done by Discounted Cash Flow Analysis as shown below.

Apart from the physical life and the economic life, the service life of the asset is also of importance: this is the period over

Samenvatting

In het huidige economische klimaat is het van groot belang het kapitaal geïnvesteerd in apparaten en fabrieken efficiënt te benutten ten einde de concurrentiekracht van de industrie ten minste op peil te houden. De vraag op welk moment een apparaat of fabriek uit bedrijf genomen en vervangen moet worden speelt daarbij een sleutelrol. Dit artikel presenteert een nieuw model om dergelijke vragen onderbouwd met financiële cijfers te beantwoorden. Daarbij wordt voor verschillende opties de Netto Contante Waarde bepaald van

de operationele kasstromen als functie van de mogelijke resterende economische levensduur als variabele. Het model wordt gebruikt om het effect van een Continu Verbeteringsprogramma te kwantificeren in termen van levensduurverlenging en actuele waardecreatie. Aldus blijkt de engineer zelf eenvoudig een economische evaluatie van zijn ontwerp te kunnen maken. Dit artikel kwam tot stand in het kader van de activiteiten van de NAP Special Interest Group “OPEX 2x2”, zie www.napnetwerk.nl.

which the asset is expected to be usable, with normal repairs and maintenance, for the purpose it is acquired. This is the period over which the project is evaluated economically in the planning stage. Also, the asset's depreciation (in management accounting terms) is normally charged over the service life.

Factors affecting Economic Life

The economic life of individual equipment depends fundamentally on the cash flows that can be associated with the asset like maintenance & repairs, utility consumption and operating labour. Receding catalyst activity may result in less saleable product: the resulting (incremental) cash flow should be allocated to the catalyst package (reactor). Clearly, such cash flows are very much dictated by decisions taken in the design stage as well as the result of the way the equipment is operated and maintained.

In general, the economic life of a complete plant (or business) is influenced by a range of factors like diseconomies of scale, technological obsolescence, competitive environment (product market prices, relative share of market), prices of raw materials, location, operating cost (structure) or product substitution. Together, these factors will determine the future cash flow profile of an individual plant and, hence, its economic life.

The same array of factors will also determine the plant's competitive position with respect to other plants (of competitors). This may be expressed by the so-called industry cost curve, listing relative product component cost with respect to market prices among competing plants: high-cost plants will first fall victim to slumping product prices. Plants that are well placed on the industry cost curve will be capable of competing on economic life.

Part of the above factors can be influenced by owners, others cannot. Clearly, economic life is to a large extent fixed in the design stage, indeed the systems should be designed with the service life in mind. Extending economic life of operating assets means augmenting cash flows for instance by intermediate productive investment (like waste heat recovery or plant automation) or continuous improvement of plant performance (operational excellence).

Calculating Economic Life

Economic life is calculated by Discounted Cash Flow (DCF) Analysis. Annual cash flows are the key to this exercise. Here, for the sake of simplicity, cash flow can be defined as:

$$\text{Cash Flow} = \text{Earnings after Tax plus Depreciation minus Investments during the Year}$$

In common DCF-analysis the cash flows generated by operating an asset over its service life are compared with the asset's initial investment outlay to see whether on an overall basis money is brought in. Money received today can be re-invested until say 2017 and will therefore have a higher value than the same

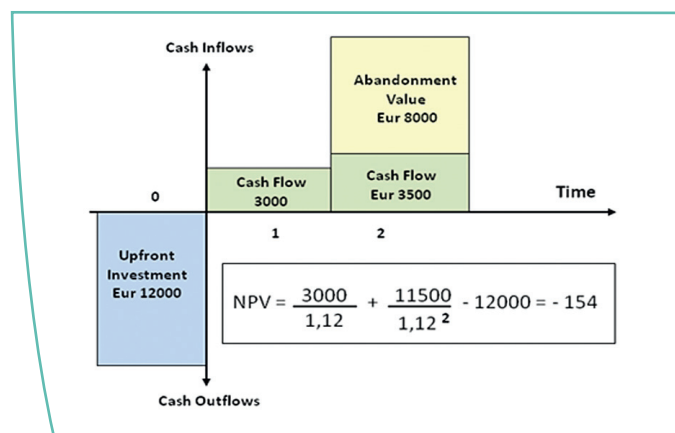


Figure 1 – Calculation of Net Present Value for an asset life of 2 years.

amount received in 2017. So the value of money is a function of time and cash flows generated in different years cannot be directly compared. To do the comparison correctly, the so-called present values of (future) cash flows are computed by a process called discounting using the well-known formula:

$$\text{Present value} = \text{Future Value of Cash Flow} * (1 + i)^{-n}$$

Where: i : the (fractional) discount rate
 n : the year in which the cash flow is generated

The formula can be easily understood by recognizing that it also describes how the value of an amount put into a simple savings account grows over the years at an interest rate of i (compounding).

The discount rate can be viewed as the return a company achieves (wants to achieve) on its capital invested/employed (the firm's cost of capital). A typical value in the current low-interest environment is 12 per cent; companies exhibiting stable cash flows and low debt/equity ratios may employ lower values (and vice versa).

By summing the present values of the individual future cash flows generated annually over the service (project) life and subtracting the initial outlay or CAPEX the Net Present Value is obtained. This NPV should at least be larger than zero to financially justify the investment. In actual practice, companies set minimum values for the NPV/Capital Expenditure ratio depending on project risk and business environment. It is of importance to note that the NPV equals the wealth instantaneously created the moment the decision is taken to go ahead with an investment (assuming forecasted cash flows are correct).

In conventional DCF Analysis a certain fixed value is taken for the service life, normally the period over which the company has a good view of its business and market, and cash flows can be

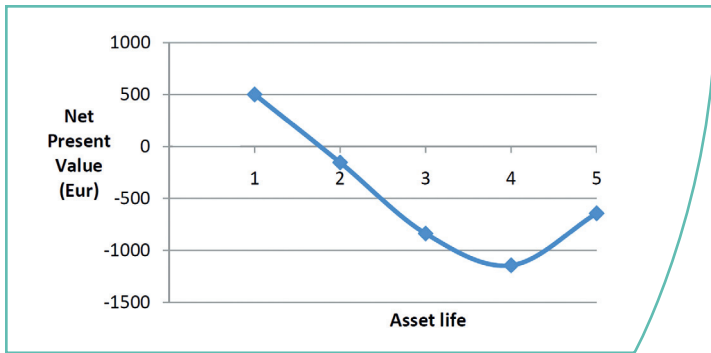


Figure 2 – Calculation of Economic Life of a Eur 12000 Computer (base case).

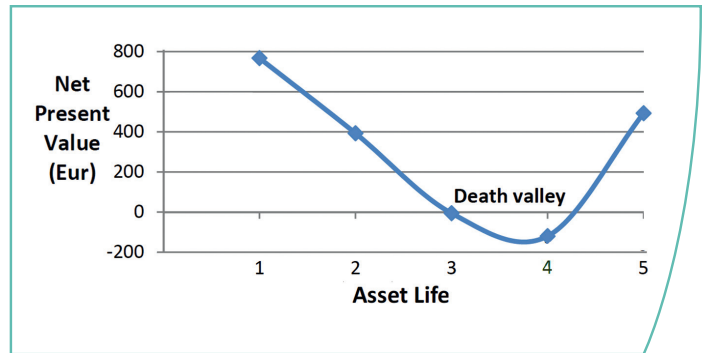


Figure 3 – Economic Life Span at 10 per cent higher operating cash flows.

predicted with reasonable confidence. In the present case, DCF Analysis is however used to calculate the NPV as a function of *asset life* taking into account the end-of-life salvage or abandonment value in each case. Depending on the values of the cash flows, the NPV can be negative at short asset lives and positive at longer lives or the other way around. The point in time the NPV becomes positive determines in fact the economic life because the project is not viable for asset lives yielding negative NPVs.

Illustrative example

A company is intending to purchase a computer to boost the efficiency of a certain departmental unit. The computer has an estimated physical life of five years. The investment is Eur 12000. The cash flow generated by the unit is incrementally improved by introducing the computer. Table 1 presents these incremental operating cash flows over time together with the estimated market value of the computer if the project were to be abandoned at the end of a given year (the computer’s abandonment or salvage value: the computer can for instance be sold for Eur 8000 at the end of the 2nd year). By convention, in DCF Analysis, the investment is undertaken in year 0 and annual cash flows are assumed to occur at the end of the year.

CASH FLOWS			
Asset Life	Investment	Incremental Operating Cash Flow	Abandonment Value EOY
Year	Eur	Eur/y	Eur
0	-12000		
1		3000	11000
2		3500	8000
3		4000	4000
4		3000	1000
5		2000	0

Table 1: Cash Flows in the 5 year life of a € 12000 computer

With these data the Net Present Value can be readily computed for asset lives between 1 and 5 years (discount rate 12 per cent). This is illustrated in Figure 1 below for an asset life of 2 years.

Figure 2 shows the results for all asset lives up to the physical life of the computer.

It shows that the computer can be used economically up to approximately one and three quarters of a year, because after this point in time the NPV gets negative. So the maximum economic life is 1.75 years. It is also seen that the NPV declines from Eur 500 to 0 in the period from year 1 till 1.75. So, value is dissipated in this period. Interestingly, the NPV rises again towards the end of the asset’s physical life. Hence, it can be expected that it would again be economically justified to use the computer if the physical life would permit this. This is illustrated in Figure 3, where the above operating cash flows have all been increased by 10 per cent.

It is seen that the computer can now be used up to its physical life of five years. In fact, the computer’s economic life spans two periods: up to year 3 and from 4.25 to 5 years. During these two periods or windows it is financially justified to use the computer. Still, the value created by deploying the computer would be at its maximum after one year, so the true economic life might arguably be one year only.

Impact of Continuous Improvement on Economic Life

The model developed above can be readily applied to demonstrate the beneficial effects of continuously improving the cash flow each year in a situation where plant survival is questionable (“going concern” is an issue). Many of today’s European chemical plants are aging and exhibit deteriorating profitability and cash flows. Such assets are generally fully depreciated and capital employed therefore mostly consists of working capital, lending some support to the return on capital employed. Still, many plants struggle to survive financially in the face of fierce global competition and the current recessionary business climate.

To illustrate the Economic Life model, it is assumed that the cash flow generated by an aging plant deteriorates by 2 M Eur per annum and even becomes negative after 4 years. This may be thought as the overall effect of higher raw material and energy costs, higher costs for maintenance & repairs as well as eroding product prices. It is also assumed that in any future year it would

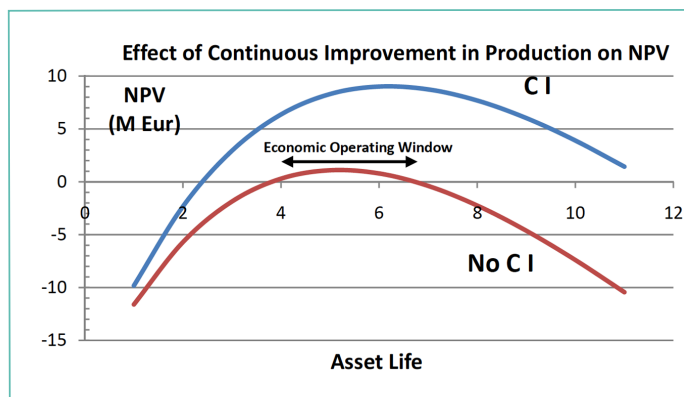


Figure 4 – Effect of Continuous Improvement in Production on the Life of a Plant.

Asset Life Year	Operating Cash Flow	
	M Eur/y No CI	M Eur/y CI
0		
1	7	9
2	5	7
3	3	5
4	1	3
5	-1	1
6	-3	-1
7	-5	-3
8	-7	-5
9	-9	-7
10	-11	-9
11	-13	-11

Table 2: Cash Flows without and with Continuous Improvement (CI)

cost 20 M Eur in end-of-life costs to close the plant and retire the asset (see overview of typical costs & benefits in Attachment I). Typically, the data might be thought to apply to a plant that sells approximately 100 M Eur and originally cost a similar amount to build. The cash flows are shown in Table 2 (No CI). Year 1 is for example next year, 2014. Figure 4 shows the NPV if the plant would be closed in any year between year 1 and 11 (discount rate 12 per cent).

The lower curve in Figure 4 shows for instance that if it is now decided that the plant should be abandoned at the end of year 2, nearly 6 M Eur would be instantaneously lost! Monetary value is created in the first years (NPV gets less negative), up till year 5, but the plant should be definitely shut down in year 7. The economic life is 5 years at a maximum NPV of about 1 M Eur, the economic operating window is around 3 years (see figure 4). It may be noted that the convex shape of the graph is also caused by the fact that the later the plant is closed, the lower the contribution of the end-of-life costs to the NPV (the less pain it causes).

Considering that the future of the plant does not look good, it is proposed to adopt an operational excellence strategy and implement a solid CI Program like Lean Six Sigma or World Class Operations Management. In this case it is assumed that annual cost savings amount 2 M Eur, so effectively delaying cash flow attrition by one year (Table 2 CI). From Figure 4, upper curve, it is seen that the effect on economic life is quite dramatic: the economic operating window now becomes more than nine years, with an economic life of 6 years at a maximum NPV of no less than 9 M Eur. In this calculation the costs of the CI Program have not been taken into account, but from Figure 4 it may be inferred that a maximum of about 8 M Eur could be spent in order not to be any worse off. This amount represents the sum of the present values of the annual cash amounts spent on CI.

Of course, the data in the above example have been chosen rather arbitrarily, primarily for purposes of illustrating the proposed method.

Conclusion

The proposed method is simple and straightforward and can be readily used to quantitatively assess the impact of continuous

improvement on economic life. When cash flows and abandonment values can be forecasted with sufficient confidence, it provides a powerful tool to help decision making in streamlining manufacturing capacity. The method can also be easily extended to determine the moment a plant should best be replaced by a new facility. Finally, once the fundamentals of DCF analysis are understood, the model is easy to apply: hence, engineers can themselves do the numbers and justify the economics of their design solutions.

Typical End-of-Life Cost and Capital Recovery

End-of-Project "Asset Retirement Obligations"

- One-off Severance & Restructuring Costs
- Dismantling/Demolition Costs
- Decommissioning Costs
- Cleaning & Soil Remediation Costs

Residual Value

- Working Capital
- Salvage Value of Plant & Equipment
(typically 3% of Original Bare Equipment Costs)
- Property
- Land

About ACORDIO

ACORDIO BV is a specialist in conceptual chemical process design and economic evaluation for plant performance improvement and process innovation.

Karel Asselbergs is managing director and has worked before with Tebodin, Stork and Sulzer. He has been teaching 'Economic Evaluation' to Professional Doctorate in Engineering (PDEng) students since 1995.

Jan Dijk joined ACORDIO as chief process engineer in 2006 after many years' experience with AkzoNobel and Fluor. ■



ECONOMISCHE LEVENSDUUR BIJ DE RIJKSOVERHEID DE ONTMOETING VAN BEDRIJFSECONOMIE MET COST EN VALUE ENGINEERING

In het artikel 'Economic life of an asset', vanaf pagina 8, zetten de auteurs Karel Asselbergs en Jan Dijk het principe uiteen hoe je de economische levensduur kunt bepalen. In de bedrijfseconomie is het onderscheid tussen de economische en technische levensduur van bedrijfsmiddelen net zo gewoon als het verschil tussen vaste en variabele kosten en het verschil tussen kosten en uitgaven. Deze begrippen zijn basiskennis van elke bedrijfseconoom, net als het begrip waarde.

In het publieke domein en bij de kostendeskundige zijn deze begrippen nog niet zo ingeburgerd. Dat heeft te maken met hoe er door de eigenaar of beheerder van de bedrijfsmiddelen met de financiële middelen wordt omgegaan. Dit artikel onderzoekt of het begrip economische levensduur in het publieke domein van belang zou kunnen zijn. Dit artikel beoogt niet volledig te zijn, er zijn vele aspecten, slechts een deel laten we hier de revue passeren. Het doel is om een discussie op gang te brengen.

In het bedrijfsleven, het private domein, staan de bedrijfsmiddelen, die ook wel vaste activa worden genoemd, op de balans van de onderneming als een bezit, een waarde. Er is ooit geïnvesteerd (uitgave) en vervolgens wordt er op deze investering periodiek afgeschreven (kosten) en wordt er onderhoud gepleegd (kosten). Aan de andere kant zijn er opbrengsten als het bedrijfsmiddel wordt ingezet, de prestatie. Pas nadat de factuur is betaald, zijn er ook daadwerkelijk inkomsten. Het verschil tussen de inkomsten en uitgaven noemt de bedrijfseconoom de kasstroom (cash flow). Via de integrale kostprijs berekening van een product kunnen de kosten van het bedrijfsmiddel gerelateerd worden aan de opbrengsten. Het verschil tussen de opbrengsten en de kosten is het resultaat van de onderneming dat positief (winst) of negatief (verlies) kan zijn. De value engineer noemt dit waarde, de verhouding tussen de opbrengsten, de prestatie en de kosten. Bij de rijksoverheid, in het publieke domein, gaat het

traditioneel anders, daar wordt normaliter gewerkt op basis van een kasstelsel. Dat wil zeggen dat er geen bedrijfsbalans is waarop de bezittingen zichtbaar zijn. Er wordt dan ook niet afgeschreven en er kan geen winst of verlies worden berekend. Er wordt uitsluitend naar de kasstroom gekeken, het verschil tussen de inkomsten en uitgaven, waarbij ook de inkomsten een ander karakter hebben. Er is geen relatie met de klantvraag (afzet van een product in de markt) maar met het instandhoudingsregime. Op basis van de geschatte instandhoudingskosten ontvangt de uitvoerende dienst een budgetreservering.

Voor het bepalen van de economische levensduur van een bedrijfsmiddel is de kasstroom van belang zoals de auteurs Asselbergs en Dijk in hun artikel aangeven, waarbij zij rekening houden met restwaarde aan het eind van het boekjaar (abandonment value End of Year). In het artikel wordt dit geïllustreerd in figuur 3 (figuur 1 hieronder). De economische levensduur is 3 jaar, daarna zijn de kosten hoger dan de opbrengsten. Na 4 jaar is de investering afgeschreven, de restwaarde is nul en er zijn geen afschrijvingskosten meer; er zijn alleen maar opbrengsten.

Zie hier het grote verschil met het publieke domein, daar bestaat het begrip restwaarde niet. Immers in het kasstelsel wordt de investering direct en volledig geboekt als uitgave op het moment dat de investering wordt gedaan. Daarna zijn er alleen nog maar exploitatiebeheer- en onderhoudskosten. Als we de restwaarde weglaten in het artikel van Asselbergs en Dijk, dan ontstaat figuur 2, alleen de opbrengsten spelen een rol. Pas na 4,5 jaar zijn de opbrengsten hoger dan de netto contante waarde van de kosten. We spreken dan meestal van de terugverdientijd en niet van economische levensduur. Het bovenstaande

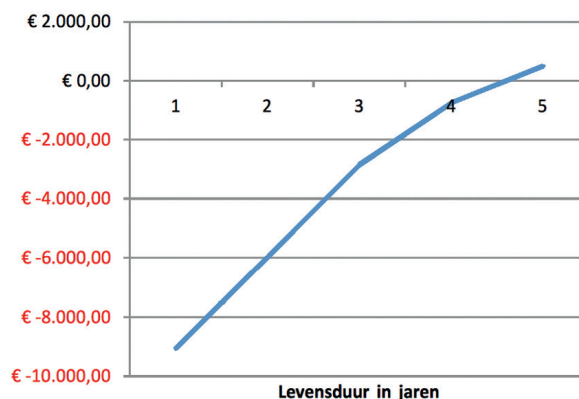
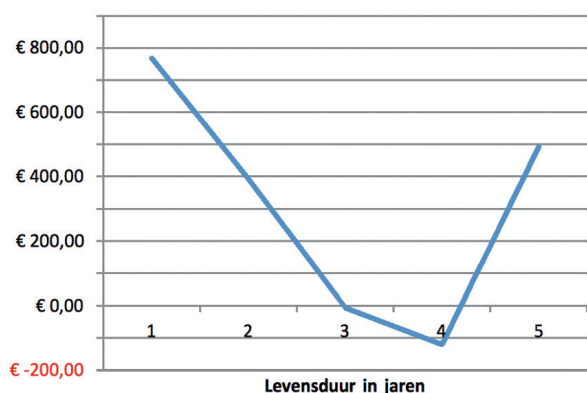
illustreert waarom er in het publieke domein niet naar de economische levensduur wordt gekeken; door toepassing van het kasstelsel is er geen restwaarde, maar ook de opbrengsten zijn niet eenduidig gekoppeld aan het bedrijfsmiddel, er is geen integrale kostprijs. Er wordt alleen naar de technische levensduur gekeken (voor een betonnen viaduct is dit bijvoorbeeld 100 jaar) en hoe de totale kosten over die periode zo laag mogelijk kunnen zijn, de Life Cycle Cost (LCC) benadering. LCC omvat alle kosten van ideevorming tot sloop/recycling (het cradle2cradle principe). Om alternatieven te kunnen vergelijken wordt bijvoorbeeld via een Kosten (LCC)-Baten Analyse getracht de opbrengsten te objectiveren zodat een vorm van waarde ontstaat. We komen nu op het terrein van de value engineer. De logica die er achter steekt is dat bedrijfsmiddelen in het publieke domein, bijvoorbeeld een viaduct of een weg, het algemeen belang dienen en gefinancierd worden uit de belastingopbrengsten. Traditioneel was dit een volledig publieke verantwoordelijkheid en was het kassysteem voldoende om zicht te houden op de overheidsbestedingen.

Hoe anders is het vaak heden ten dage waar het onderhoud voor een periode van bijvoorbeeld 30 jaar tegelijk wordt aanbesteed met de nieuwbouw- of renovatie investering, de DBFM contracten. Of waar private partijen zich kunnen inschrijven op een concessie voor het onderhoud van bijvoorbeeld de gemalen van een waterschap. Asset Management heeft haar intrede gedaan. Er zijn nieuwe begrippen ontstaan zoals beschikbaarheidsvergoeding, kilometerheffing, bereikbaarheid, veiligheid, duurzaamheid; voorbeelden van boetes en incentives op de te leveren prestaties. En er ontstaat een behoefte om inzicht in de waarde en waardeontwikkeling te krijgen.

De huidige instandhoudingsregimes van de publieke diensten

zijn gericht zijn op een zo lang mogelijke technische levensduur met zo laag mogelijke kosten. Vanuit Asset Management wordt al meer naar kortere periodes gekeken, maar nog steeds vanuit de maximale technische levensduur. In vele gevallen is dit een uitstekend uitgangspunt, maar voor tijdelijke werken of bedrijfsmiddelen met hoge onderhoudskosten (bijvoorbeeld stalen beweegbare bruggen) of sterk veranderende prestatie eisen (meer rijstroken op de brug die daardoor breder moet worden) zouden andere keuzes gemaakt kunnen worden, die meer uitgaan van de economische levensduur. Aan het eind van de onderhoudsperiode gaat het beheer van het bedrijfsmiddel weer terug naar de eigenaar en wordt onderzocht of de staat van onderhoud voldoet aan de richtlijnen zoals afgesproken in het contract. Feitelijk is dat de restwaardebepaling van het bedrijfsmiddel op dat moment van het einde contract.

Met de introductie van asset management ontstaat er ook in de publieke sector een relatie tussen de kosten en opbrengsten, ontstaat er inzicht in de restwaarde en kan de economische levensduur worden bepaald. Dit levert nieuwe inzichten op en kan tot andere oplossingen leiden met een hogere waarde gedurende de onderhoudsperiode, maar ook tot totaal andere investeringskeuzes. Waarde is voor de bedrijfseconoom in het bedrijfsleven, de private sector, de gewoonte zaak van de wereld en eenduidig gedefinieerd. In het publieke domein, bij de rijksoverheid, is dit nog lastige materie, omdat daar traditioneel alleen in termen van kosten wordt gedacht. Hier ligt een zeer interessante ontwikkeling en een uitdaging voor de value engineer voor wie waarde een essentieel begrip is. ■





IR. R.A. VAN DER MEULEN
ARCHITECT/EIGENAAR
NIEUWE ARCHITECTEN



DRS. ING. Y.J. DU BOIS
MANAGING DIRECTOR
Y-OUR

CASE STUDY NAAR 'VERNIEUW' ONTWIKKELING EEN VERBORGEN PAREL IN DELFT

Summary

Due to the crises a large number of buildings are not being used. So designing new buildings is less attractive business. Consequently there is a focus on the redevelopment of existing buildings. In this paper two young entrepreneurs present their efforts to redevelop the existing water tower in Delft. The water tower is a monument built in 1895, in an attractive green setting between the historic city centre and the DSM industrial

site. The drinking water company abandoned the site in 2005. On the premises there are the water tower, the pump house and the 600.000 liter underground water reservoir. In this paper the architect and the project consultant explore the possibilities for future use of the complex as a spa & wellness center. The architectural (re-) design, potentials for future use and various business models are discussed. Cost and revenues are analyzed.

De groei-economie ligt ver achter ons, de crisis is nog niet ten einde. Langzaam moet er weer vertrouwen ontstaan. Hoe in deze tijd van krimp te ondernemen? Zeker voor een startend bedrijf is het netwerk en het aanbod voor werk beperkt en moet het vertrouwen in een jong bureau nog groeien. In het huidige aanbestedingsklimaat met Europese aanbestedingsregels beperkt het starten zonder eigen referenties de kansen op substantiële opdrachten. In samenwerkingen met ketenpartners kunnen starters hun positie versterken en risico te delen.

Sociale en maatschappelijke waarden worden steeds belangrijker. Als jonge ontwerpers en ondernemers zijn wij ons ervan bewust dat de markt in beweging is: steeds meer gaat het in plaats van om creëren vanuit aanbod, om creëren vanuit vraag. Leegstand is de erfenis van de hoogtijjaren in de ontwikkelingsmarkt en de bouw. Er is genoeg gebouwd, teveel gebouwd zelfs - getuige de hoeveelheid leegstand in o.a. de kantoormarkt en uitgestorven bedrijventerreinen. Maar ook monumenten en jong monumenten, vaak gelegen op mooie, centrale locaties, worden niet gebruikt en kosten alleen maar geld. Het ligt voor de hand om, in een tijd van beperkte middelen, aan de slag te gaan met wat er al is. Maar hoe doe je dat? Wat is er voor nodig? Waar loop je tegenaan?

In dit artikel beschrijven we zo'n project: geen nieuwe ontwikkeling maar 'vernieuw' ontwikkeling, een case study vanuit de ervaring van jonge ondernemers.

Kansen in collectief

Zo is ook dit project begonnen: met het zien van mogelijkheden, ideeën, creëren van draagvlak, enthousiasme en het leggen van een stip aan de horizon. Samen met bevriende ondernemers uit Delft, het procesmanagementbedrijf Y-our en het projectmanagementbureau I-inspire, een dienstverlener in realisatie van next practices op het grensvlak van praktijk en onderwijs, zagen we een kans. Er staat een watertoren te koop, één van de markantste gebouwen in Delft. Kunnen we hier iets mee doen? Kopen? Wat

kun je er dan mee? Zou het niet mooi zijn om het watertema te behouden in het toekomstig gebruik? De kans voor het herprogrammeren van bestaande ruimte, een bestaand stuk stad vernieuwen en nieuwe energie geven voor de toekomst. Zo werd de kiem gelegd: vanuit een gezamenlijke drive, met enthousiasme, nieuwsgierigheid en plezier in nieuwe kansen was ons collectief van jonge bedrijven gevormd. De watertoren liet ons niet meer los.

De watertoren

De watertoren ligt aan de noordkant van de stad Delft in het Kalverbos, aan de zijtak van het Delftse Rijn-Schiekanaal en het tegenwoordige DSM-terrein (voorheen Calvé-fabriek). De watertoren is in 1895 gebouwd in neorenaissancestijl, naar een ontwerp van gemeentearchitect M.A.C. Hartman, met als primair doel Delft te voorzien van drinkwater. Het complex bestond oorspronkelijk uit de watertoren, het pomphuis en een waterreservoir van 600.000 liter. In 2005 heeft de watertoren een nieuwe bestemming gekregen. Aan de hand van een prijsvraag - waarbij de inzendingen beoordeeld zijn door een gemeentelijke commissie, de Rijksdienst voor Monumentenzorg, de Welstandscommissie en de Nederlandse Watertorenstichting - is de functie van de watertoren verschoven van drinkwatervoorziening naar de bestemming "WellnessCenter, waterwinkel, non-alcoholische horeca en uitkijktoren."¹

In 2008 heeft de huidige eigenaar van de watertoren ook het naastgelegen pomphuis met bijbehorende grond gekocht van Evides N.V. Het pomphuis is, evenals de watertoren, een Rijksmonument, en verkeert nog in oude staat. Elke Delftenaar kent de watertoren, maar het complex beschikt over nog een verborgen parel: de reinwaterkelder, een ondergronds waterreservoir (zie figuur 1). Deze kelder is enkel jaren geleden afgesloten van het drinkwaternet en na 100 jaar functie drooggelegd.

De watertoren heeft op dit moment een publieke functie als uitkijktoren en wordt ook gebruikt als vergader- en trainingslocatie.

Figuur 1 - Overzicht complex.



Figuur 2 - Foto bestaande waterkelder.

De huidige eigenaar is voornemens de watertoren samen met het pomphuis én waterreservoir te verkopen. Daartoe is er in 2013 een inschrijfmogelijkheid geweest, maar tot op heden is er nog geen nieuwe koper gevonden.

De verkoop van het gehele complex geeft een unieke kans om het drinkwatercomplex in zijn oorspronkelijke volledige vorm te behouden en de oude functie zichtbaar te laten en met nieuwe toekomstbestendigheid te ontwikkelen.

Locatie Kalverbos

De watertoren past naadloos in de visie die ontwikkeld is voor de spoorzone (Nieuw Delft). Binnen het plan voor Nieuw Delft zijn strategische gebouwen opgenomen aan de rand van dit gebied en in het hart. De watertoren voegt zich in deze structuur door aan de noordzijde een markant punt te vormen: zo luidt de watertoren de groene hoofdstructuur van Nieuw Delft in. De nieuwe planontwikkeling voorziet in een parkeergarage op loopafstand.

Marktonderzoek

We zijn onze ideeën verder gaan uitwerken en zijn begonnen met een lijst op te stellen van experts/expertise die we, in aanvulling op onze eigen kennis en ervaring, nodig zouden hebben.

We hebben gesprekken gevoerd met experts en onderzoekers met affiniteit voor wellness, en contact gehad met Dutch SPA & Wellness Association. Meerdere malen hebben we de toren bezocht

en bekeken in het bijzijn van sauna-bouwers/experts, ondernemers en potentiële investeerders.

Uit de gesprekken en brainstormsessies en bovengenoemde ontwikkelingen volgde al snel het concept van een vitaliteitcentrum. Een concept “tussen een wellnesscentrum en gezondheidskliniek in”, met als primaire doelgroep de babyboomers die streven naar vitaal ouder worden.

Parallel daaraan hebben wij gesprekken gevoerd met de gemeente (Monumentenzorg) i.v.m. de vergunningen (van bouwen tot parkeren) en de mogelijkheden en onmogelijkheden wat betreft het renoveren van de twee monumentale panden.

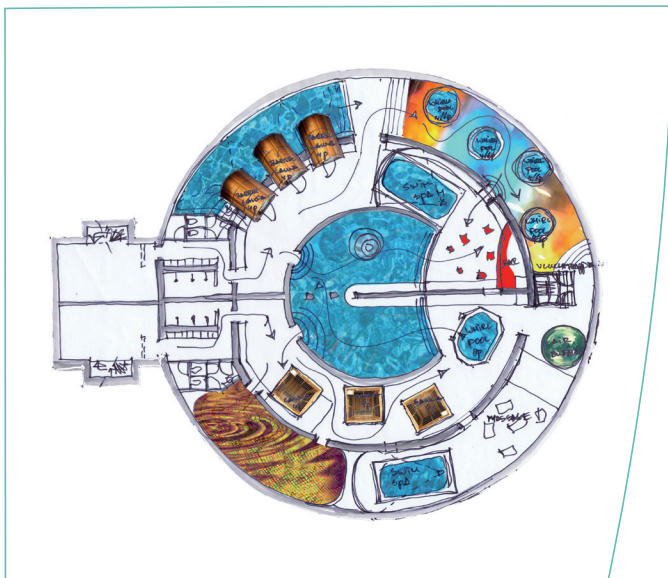
Ten tijde van dit schrijven wordt er eveneens contact gelegd met grote “healthcare” partijen om het idee van een concept-center te bespreken.

Potentie

Is dit object geschikt voor de een wellnessfunctie en past dit op deze locatie? Wellness beantwoordt aan een gebruikersbehoefte voor een gezonde levensstijl.

Een nieuwe ontwikkeling van afgelopen jaren is de zogenaamde city spa of het urban wellnessconcept, waar in weinig ruimte en tijd op betaalbare wijze een gevoel van welbevinden wordt nastreeft.

Centra goed bereikbaar binnen de stad, waar men even kan ontsnappen aan het hectische alledaagse leven.



Figuur 3 – Schets plattegrond vitaliteitscentrum in waterkelder.

De combinatie van watertoren (uitkijktoren/attractie, vergaderen en trainingslocatie), en vitaliteitcentrum, biedt veel mogelijkheden en unieke combinaties voor verschillende doelgroepen. Daarnaast kan de plek, met zijn eigen geschiedenis en sfeer, zorgen voor een bijzondere beleving van bezoekers.

Plan

De reeds gerenoveerde watertoren is een geliefd en herkenbaar punt in Delft, maar het ondergelegen waterreservoir is vrijwel niet bekend. De jarenlange stroming van water langs de betonnen wanden van dit reservoir hebben gezorgd voor een mooi, bijzonder patina (zie figuur 2).

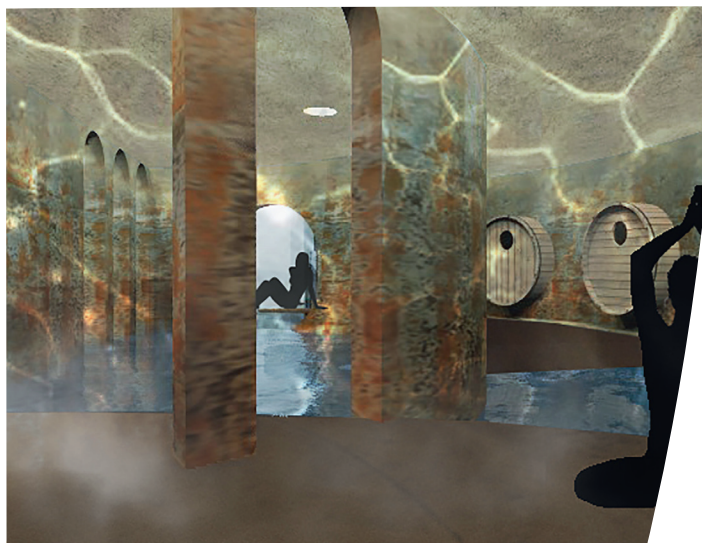
De watertoren wordt al gebruikt als vergadercentrum en uitkijktoren. Het pomphuis kan gaan dienen als ontvangstruimte voor het vitaliteitscentrum met reservoir van 500 m² aan wellness-faciliteiten (zie figuur 3). De juiste plaatsing van installaties zorgt voor minimaal warmteverlies, en efficiënt gebruik van de aanwezige hoogte geeft ruimte aan techniek en waterbuffers.

Door toepassing van enkele strategische sparingen in het dak maakt de ruimte contact met het licht en de weersinvloeden van buiten (zie figuur 4), hierdoor ontstaat een bijzondere wereld, gevoelsmatig ver weg van de dichtbij gelegen stad.

Financiële haalbaarheid

In een uitdagend traject waarin gevoel en vertrouwen samen komen, valt of staat de haalbaarheid met de cijfermatige onderbouwing.

Inzicht in de kosten is één, zicht op de opbrengsten is een tweede. Een breed financieel onderzoek heeft geleid tot het tot stand komen van de cijfers. Van onderzoeken van het CBS, jaarverslagen en interviews tot aan trends, ontwikkelingen en offertes van leveranciers hebben geleid tot de cijfermatige onderbouwing. Er is gereviewd op verschillend kennisniveau, van ondernemers en investeerders tot financiële instellingen.



Figuur 4 – Impressie centrale ruimte met lichtreflecties.

Als eerste de investeringskosten, met aanschafkosten voor het gehele complex voor € 1 mln. Met diverse offertes en bezoeken van leveranciers, is de inschatting voor installaties voor het voorliggende plan € 0,25 mln. Aan de watertoren behoeft vanwege de recente verbouwing en restauratie in eerste instantie niet veel te gebeuren, blijft over de bouwkundige ingrepen in het pomphuis en de waterkelder, grofweg geraamd op:

Aanschaf object: € 1 mln.

Installatie: € 0,25 mln

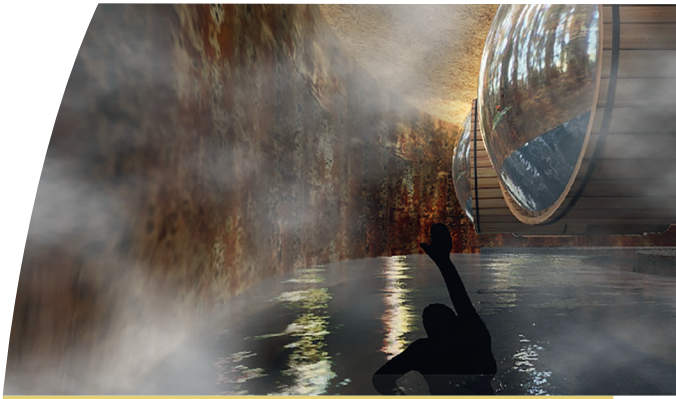
Bouwkundige aanpassingen: € 1 tot € 1,25 mln.

De opbrengsten

De toren

In de toren zullen aanvankelijk, gedurende de verbouwing van het pomphuis, de (vergader)ruimtes verhuurd blijven worden. Op basis van de historische cijfers en bezetting verwachten wij in ieder geval dezelfde verhuur (omzet) te realiseren, naar schatting € 50.000,- per jaar. Dit bedrag betreft enkel de verhuur van de ruimtes. Wanneer ook de horecaopbrengsten meegenomen worden, kom je o.b.v. benchmark kengetallen op 32.500 bezoekers per jaar met een gemiddelde consumptie van € 7,50 (= € 243.750,- per jaar). Nb. horecainvestering/kosten zijn nog niet in het plan opgenomen/doorgerekend.

In de toren zullen mettertijd aanvullende diensten worden aangeboden door andere ondernemers met gelieerde dienstverlening. Denk aan massages, voedingstechnieken, yoga en gezondheidsbehandelingen. De ondernemers kunnen de ruimtes huren en hun diensten aanbieden. Dit levert een totaal concept op, waarbinnen aanbieders elkaars netwerk en diensten maximaal kunnen benutten ten behoeve van de bezoeker. Daarnaast dragen deze ondernemers bij middels maandelijkse huurpenningen. Vanuit de ervaringsgetallen van de verhuur/opbrengst van de watertoren is een voorzichtige aanname te doen over de opbrengsten als onderdeel van het gehele complex per jaar,



Figuur 5 – Als geheel ontstaat een vernieuwing van het complex als ontspannings- en ontmoetingsplek welke de bestaande kwaliteiten van het complex uitdraagt en versterkt en ontsluit voor toekomstige bezoekers.



Figuur 6 – Doorsnede complex.

Pomphuis (basin)

	Max dagd.		06:00 - 12:00			12:00 - 18:00			18:00 - 24:00			totaal		
			%	Max	Calculatie	%	Max	Calculatie	%	Max	Calculatie	bezigging	Max	Calculatie
Maandag	70	210	15,00%	70	11	50,00%	70	35	31,00%	70	22	32%	210	67
Dinsdag	70	210	15,00%	70	11	33,50%	70	23	35,00%	70	25	28%	210	58
Woensdag	70	210	41,50%	70	29	17,00%	70	12	35,00%	70	25	31%	210	65
Donderdag	70	210	25,00%	70	18	33,50%	70	23	41,50%	70	29	33%	210	70
Vrijdag	70	210	16,50%	70	12	50,00%	70	35	42,00%	70	29	36%	210	76
Zaterdag	70	210	20,00%	70	14	50,00%	70	35	45,00%	70	32	38%	210	81
Zondag	70	210	20,00%	70	14	50,00%	70	35	45,00%	70	32	38%	210	81
Totaal	490	1470	22%	490	107	41%	490	199	39%	490	192	34%	1470	498
			bezigging			bezigging			bezigging			bezigging		

Figuur 7 – Begrote bezoekersaantallen per dagdeel.

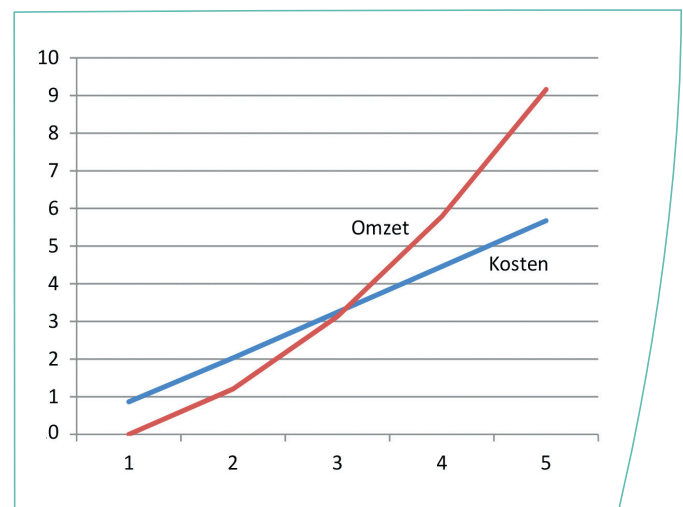
- Opbrengst zendmasten: € 8.000,-
- Verhuur vergaderfaciliteiten ten tijde van verbouwing Pomphuis: € 50.000,-
- Inschatting verhuur derden: bij opening vitaliteitcentrum Pomphuis (op dat moment vervallen de inkomsten uit reguliere vergaderfaciliteiten): dit is nog niet uitgewerkt. Mogelijkheden hierin zijn: te werken met vaste partners, traditionele huurders, huur naar rato omzet, gedeelde huur etc.
 - Bij verhuur van 4 ruimtes à € 1.000 p.m. = € 48.000,- p.j.
 - Bijv. 15% v.d. omzet (referentie massage/schoonheidsspecialiste, geen exclusieve behandelingen): € 14.000 per ruimte = € 56.000,- per jaar.
 - Etc.

Het pomphuis/waterkelder

In het pomphuis en waterkelder zal de grootste verbouwing plaats vinden. Deze zal naar verwachting voor 87% van de omzet gaan zorgen. Een receptie, kleine horecagelegenheid en kleedruimtes zijn hier in meegenomen en passen binnen de bestemming van het pomphuis.

De maximale bezetting van gelijktijdige bezoekers is, met het oog op privacy en comfort, gesteld op 70 personen (daar waar 100 ruimte technisch mogelijk en toegestaan is). Diverse ervaringsdeskundigen hebben reeds aangegeven dat 70 een voorzichtig aantal is. Zij verwachten dat een hoger bezoekersaantal geen problemen/ongemakken met zich meebrengt. Onze berekeningen zijn daarmee aan de voorzichtige kant.

De bezettingsgraden waarmee wordt gerekend in figuur 7, komen voort uit een door ons uitgevoerde benchmark. De benchmark is uitgevoerd op basis van beschikbare data (jaarverslagen, onderzoeken e.d.) van diverse wellnesscentra in Nederland, trendonderzoeken, aangevuld met kwalitatieve informatie die wij hebben opgedaan uit interviews met deskundigen. De gemid-



Figuur 8 – Cumulatieve omzet versus kosten.

delde 34% bezetting is een gemiddelde over 52 weken, waarbij het seizoenpatroon is afgevlakt (minder bezoekers in de zomer en voor het eind van jaar). In de genoemde 25% is een verwachte groei verwerkt op basis van kerncijfers. Daarin is 25% erg laag ingeschat en de 70% als gemiddeld hoog. In de berekeningen zijn eveneens abonnementsvarianten versus passanten meegenomen en is gewerkt met gemiddelde uitgavenpatronen/abonnementsopbrengsten, wederom gebaseerd op de benchmark.

De aanname is dat het vitaliteitcentrum 350 dagen per jaar geopend is. Per bezoeker is er 10m² beschikbaar (daar hebben wij o.b.v. de benchmarkuitkomsten mee gerekend, en daarmee komen wij op 70 bezoekers tegelijkertijd).

Er is een model uitgewerkt, waarin op basis van maximale bezoekersaantallen, 3 dagdelen a 6 uur (tussen 6:00 – 00:00), rekening houdend met pieken en dalen per dag(deel) in de week en seizoenen. In onze berekeningen zijn wij uitgegaan van zeer voorzichtige benadering, dat wil zeggen, dat wij hebben gerekend met een relatief lage bezettingsgraad in het eerste operationele jaar. Dit in tegenstelling tot de trends, die vooral laten zien dat de bezoekersaantallen in een openingsjaar vaak relatief hoog zijn uit nieuwsgierigheid. In ons model houden wij rekening met een overall bezettingsgraad van 25% in het eerste operationele jaar. In de navolgende jaren groeit de bezettingsgraad naar 40%, 55% en 70% in jaar vier. Deze percentages lijken aannemelijk, gezien de marktontwikkelingen en historische data uit de benchmark. Op basis van deze cijfers komen wij op een totaalomzet in de eerste vier jaar van ruim € 9 mln.

De totale kosten zijn gebaseerd op de vraagprijs van het object, de materiële investering en verwachte personele inzet voor de ontwerpfasen. In de begroting is ook 5 tot 7 man personeel opgenomen. Aanvullende technische kennis van installaties en onderhoud wordt afgenomen via de installateur.

Bovenstaande geeft de volgende verwachting in revenues (zie figuur 8):

- Cumulatieve kosten eerste 5 jaar: € 5,5 mln.
- Cumulatieve omzet eerste 5 jaar: € 9,2 mln.
- Cumulatief resultaat eerst 5 jaar: € 3,7 mln.
- 25.500 wellness bezoekers eenheden per 350 openingsdagen
- 32.500 toren bezoekers eenheden per 250 openingsdagen
- Bezettingsgraad van 25 tot 70% groeiend over 5 jaar



Figuur 9 – Impressie doorkijk.

Is de investering te rechtvaardigen bij een gemiddelde bezetting en normale groei (van 25% naar 70% dekking in 5 jaar)? Het feitelijk maken van de juiste keuzes lijkt lastiger door gebrek aan meer diepgaande kennis van en ervaring in de wellness- en gezondheidsmarkt. Vital ageing als principe gekoppeld aan een positionering tussen de bestaande (bekende) wellnesscentra en de gezondheidskliniek sluit aan bij de huidige trend, maar hoe worden daar de investeerders mee overtuigd 2,25 tot 2,5 mln. te investeren met een break-evenpoint in het 6e jaar?

In de gestelde periode van 5 jaar is reeds 1 mln. van de 2,5 mln. teruggevloeid alsof het een lening is. Deze zijn dus van het resultaat na vijf jaar al af. Indien het volledige resultaat ten laste komt van de initiële investering blijft er slechts € 300k over na 5 jaar.

Proces en leerpunten

Het plan heeft tot nu toe geleid tot draagvlak bij zowel gemeente als de huidige eigenaar, heeft scherpe offertes van leveranciers opgeleverd en roept enthousiaste reacties op van mensen uit de wellnesswereld. Het past in de huidige vorm binnen de voorwaarden van het bestemmingsplan. Maar hoe nu verder?

Ondanks vele beoordelingen en reviews door verschillende partijen blijft het maken van een sluitende businesscase zeer lastig, doordat er onvoldoende inzicht bestaat en onzekerheid is over mogelijke bezoekersaantallen en werkelijke kosten. Er is met enkele potentiële investeerders gesproken, echter ontwikkelt dit zich op dit moment niet verder. Een mogelijkheid zou zijn om een bestaande wellnesspartij te betrekken bij de verdere planvorming, om de branche specifieke praktijkervaring toe te voegen aan de modellen. Hierbij moeten de mogelijkheden van de locatie echter wel aansluiten bij het betreffende wellnessbedrijf. Tot op heden is dit nog niet gevonden.

De watertoren met pomphuis én waterkelder is een bijzonder complex waar een nieuw programma, met gebruik en invulling van de aanwezige potentie, voor herwaardering kunnen zorgen. Geen nieuwe ontwikkeling maar ‘vernieuw’ ontwikkeling van bestaande objecten. Juist deze hebben een waardevolle geschiedenis en veel aanknopingspunten en kansen voor nieuw gebruik. Maar hoe ontstaat er voldoende meerwaarde en kunnen de kosten hiervoor worden verantwoord?

Vooralsnog blijft het complex met de ondergrondse waterberging een verborgen parel in Delft.

Mocht u naar aanleiding van dit artikel vragen of opmerkingen hebben dan kunt u deze mailen naar: hallo@nieuwearchitecten.nl, voor verdere informatie zie ook: www.nieuwearchitecten.nl

¹ Nb. Aanvankelijk had het plan voor een klimtoren in 2002 de prijsvraag gewonnen. Uiteindelijk bleek dat plan niet uitvoerbaar en is de watertoren in 2005 opnieuw verkocht met deze bestemming.

² ContinuVrijeTijdsOnderzoek, NBTC-NIPO, Wellness in Nederland NRIT, mediauitgave 2008. ■



IR. K.C.L. SCHMITZ PVM TVM
RAIL SYSTEMS ENGINEER,
PRORAIL BV



MR. S.L. GRAAFSMA
JURIDISCH ADVISEUR
BOUW- EN AANBESTEDINGS-
RECHT, A3C



DRS. G.H.M. VAN DER LINDE
ADVISEUR SYSTEMS
ENGINEERING EN VALUE
ENGINEERING,
RIJKSWATERSTAAT



IR. A.P. SNEEUW
TENDERMANAGER GROTE
PROJECTEN PRORAIL BV

SAMEN WERKT! ... MAAR HOE DOE JE DAT ZONDER PROBLEMEN? CASUS: DE CALANDBRUG EN DE BLANKENBURGVERBINDING

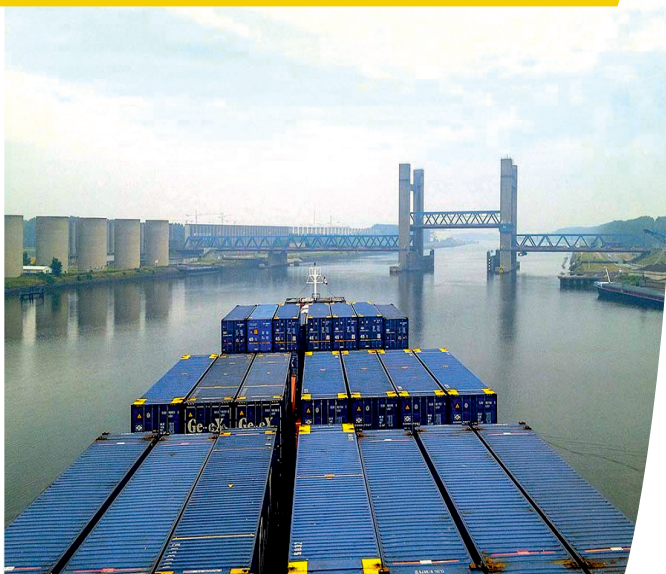
VALUE ENGINEERING & MARKTCONSULTATIE

Inleiding

Het is een veelgehoorde kritiek in bouwwereld dat overheden te gesegmenteerd werken in de keten van Opdrachtgever – Advies-/Ingenieursbureau – Aannemer. Er wordt per fase gewerkt van besluit naar besluit, maar het te bouwen resultaat verdwijnt naar de achtergrond. Soms blijkt dat het reeds genomen projectbesluit onnodig (dus zonder dat omgevingspartijen daarvan voordeel hebben) de grootste hindernis vormt voor de aannemer om een optimaal resultaat te leveren. Opdrachtgevers zouden meer ketengericht moeten werken, zodat partijen elkaars kennis en kunde beter kunnen benutten om de besluitvorming en de contracten te verbeteren. In bestuurlijke zin is dit punt - als voortvloeisel van commissie Elverding - al verankerd in I&M procedures (als “MIRT en Markt”).

Deze procedures schrijven voor dat de Markt (lees: de aannemerij) al in de verkenningsfase van een project in de overwegingen meegenomen dient te worden, bijvoorbeeld via een Marktscan of –consultatie of anderszins.

Door voor de Calandbrug de instrumenten Marktconsultaties en Value Engineering te combineren is het gelukt om de uitvoeringskennis van aannemers optimaal te benutten tijdens de fase van besluitvorming en contractvoorbereiding. Door met de hele keten gezamenlijk te werken aan slimme oplossingen kan de kennis van uitvoerende partijen al vanaf de verkenningen een rol spelen bij de voorbereiding van oplossingen en besluiten.



Figuur 1 – Calandbrug gezien vanuit de Brittanniëhaven.

Summary

In the early stages of a project design process, it was possible to optimize the design of different project alternatives by combining a Value Engineering study with a Market Consultation, of contractors from the construction industry. This optimization was not only by reducing cost, but also by meeting the needs of the project sponsor (i.e. the Ministry of Infrastructure and the Environment), the stakeholders and other parties in a better way.

These optimizations were achieved by a co-operation and sharing of ideas by all participants in the supply-chain, Principal – engineering contractor – building contractor, with mutual benefits. The most important benefit for the

project sponsor is early involvement in the project of the building contractors and their knowledge of the execution stage. The most important benefit for the building contractors is an early insights and involvement in the project outlines, and the often complex trade-offs within the project.

Often such insight are only revealed once the contractor is invited to tender for the design and building work. The most important prerequisite for this approach is that in the tender-stage the level playing field is maintained. This prerequisite was met by an accurate and complete record of the study-process and its conclusions. These records were carefully kept and made available to all the contracting parties.

Maar hoe doe je dat - de markt vroegtijdig effectief inschakelen - zonder kleerscheuren op te lopen bij de aanbesteding later?

Project

De combinatie van Marktconsultatie en Value Engineering (VE) is door een projectteam van het ministerie van I&M, ProRail en het havenbedrijf Rotterdam toegepast bij het project Calandbrug. De Calandbrug bij Rozenburg is een stalen hefbrug uit 1969 die sterk is verouderd. Uit studies blijkt dat de brug in de toekomst een knelpunt vormt voor het trein-, water- en wegverkeer. Bovendien wordt de Calandbrug in 2020 is 51 jaar oud en daarmee nadert het einde van haar technische levensduur. Samen met het groeiende trein-, water- en wegverkeer betekent dit dat er een structurele oplossing moet komen. Daarom wordt gezocht naar een oplossing die zowel de levensduur als het capaciteitsprobleem aan kan pakken.

Tijdens de Verkenning van het project Calandbrug zijn vijf alternatieven onderzocht. Enkele maanden voor de keuze van het voorkeursalternatief is de behoefte ontstaan aan meer besluitvormingsinformatie voor twee van de vijf alternatieven: Grootschalige Renovatie en het Theemsweg alternatief. Welke optimalisaties zijn er nog mogelijk bij deze twee alternatieven op het gebied van tijd en geld en wat betekent dat voor de functionaliteit?

Ook bestond de behoefte om marktpartijen (aannemers) vroegtijdig te betrekken, om inzicht te krijgen in de optimalisaties die zij zien bij deze 2 alternatieven.

De Value Engineeringstudies hebben een globale gevoeligheidsanalyse en nieuwe invalshoeken opgeleverd bij de ontwerpen en kostenramingen zoals die waren opgesteld voor het Voorkeursbesluit (in de Alternatievennota).

Werkwijze

Voor beide alternatieven is een Value Engineeringstudie georganiseerd waarin naast specialisten van opdrachtgevende partijen en de reeds betrokken ingenieursbureaus ook experts van aannemers hebben deelgenomen.

De opzet van het Value Engineeringproces binnen de studies was een voor Nederlandse begrippen 'klassiek' Value Engineeringproces, waarbij het VE-team werd samengesteld uit vertegenwoordigers van het project en een aantal experts met frisse blik.

Nieuw was om zowel de experts/ specialisten van de klassieke Opdrachtgeverszijde (lees: ProRail en haar adviseurs/ingenieursbureau), als vertegenwoordigers van verschillende aannemersbedrijven (de klassieke opdrachtnemerszijde) mee te nemen.

De Grootschalige Renovatie

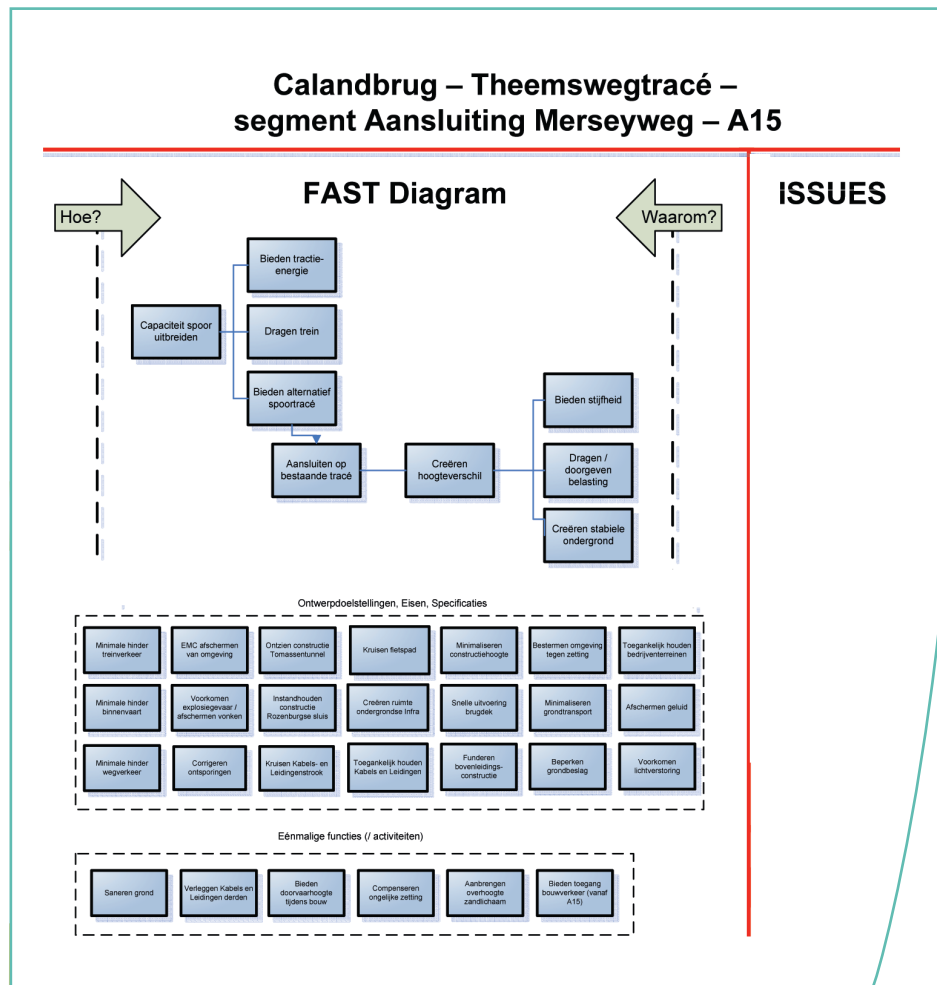
Om zo objectief en transparant mogelijk partijen uit te nodigen is aan de branche vereniging van de staaalaannemers, in casu SNS-infra gevraagd om een aantal aannemers voor te dragen voor de studie. Vervolgens is een tweetal aannemers geselecteerd voor de studie naar de Renovatie van de Calandbrug. en deze bedrijven is gevraagd om een expert af te vaardigen naar de Value Engineering workshops. De twee bedrijven namen deel aan deze studie.

Theemswegtracé

Voor het Theemswegtracé is op dezelfde wijze aan de branche vereniging van civiele aannemers, in casu Bouwend Nederland, gevraagd om een aantal aannemers voor te dragen voor de studie naar het Theemswegtracé. Vervolgens is aan deze bedrijven is gevraagd om een expert af te vaardigen naar de Value Engineering workshops. Uiteindelijk hebben vier bedrijven deel genomen, elk



Figuur 2 – Calandbrug.



Figuur 3 – FAST Diagram Theemswegtracé, per tracedeel.

met één vertegenwoordiger.

De VE-studies zijn geleid door Value Engineers van ProRail en Rijkswaterstaat. Er is vanuit de Kennisalliantie Value Engineering tussen RWS en ProRail gekozen voor deze opzet, om de kennisontwikkeling te stimuleren.

Behoud van het 'level playing field'

Aan de VE-studies namen experts deel van zowel marktpartijen als opdrachtgever. Het is belangrijk om de juridische consequenties van deze opzet te duiden met het oog op een toekomstige aanbesteding van het project. Het zou immers onwenselijk zijn als een aannemer in deze fase een kennisvoorsprong heeft opgedaan waardoor hij later in de problemen kan komen. Voorkennis die de eerlijke mededinging vervalst of uitschakelt moet voorkomen worden.

Voorkennis is niet als specifiek onderwerp geregeld in de aanbestedingsregelgeving. Het gelijkheidsbeginsel is wel als een van de basisbeginselen van het aanbestedingsrecht is verankerd in

deel 1 van de Aanbestedingswet. Een aanbestedende dienst of een speciale-sectorbedrijf is gehouden om een 'level playing field' te creëren en inschrijvers op een gelijke wijze te behandelen. De vraag die rijst is, of het dan wel mogelijk is om een marktpartij mee te laten denken in de voorfase terwijl de zelfde partij later meedingt naar deze opdracht. Het antwoord op deze vraag is 'ja, tenzij'.

De informatie die tijdens de Value Engineeringssessies werd gedeeld met de aanwezige marktpartijen moet deze partijen geen kennisvoorsprong kunnen geven. Informatie die dit mogelijk wel tot gevolg zou kunnen hebben dient voorafgaande aan de aanbesteding met overige gegadigden te worden gedeeld. Het delen van de kennis met overige gegadigden heft de kennisvoorsprong op en herstelt het level playfield. Om deze reden is een volledig verslag opgesteld van wat tijdens de sessies ter tafel kwam. Het doel van het verslag is tweërlei:

1. Het zorgvuldig vastleggen van de ideeën en oplossingen die zijn bedacht, en
2. Het vastleggen van de informatie die is gedeeld door de opdrachtgever.

Methodiek

Voor beide Value Engineeringstudies zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Voorbereidingsfase

Het ontwerpen van de studie door de Value Engineers. Mensen en middelen organiseren en het waar mogelijk voorbereiden van de Functieanalyse.

2. Informatiefase

Op de ochtend van de eerste workshop van beide studies is de beschikbare projectinformatie gepresenteerd en bezochten de deelnemers de projectlocatie.

3. Functieanalyse

Middels een functiebrainstorm zijn functies verzameld en geordend in een FAST-diagram. Een functieanalyse uit een voorgaande studie en de issues uit de informatiefase waren inspiratiebronnen voor de functieanalyse. Omdat een tracé van meer dan drie kilometer lengte betreft is het tracé in meerdere logische tracédelen 'geknipt', deze tracédelen zijn tijdens de ideeënera-

tie en de evaluatie als afzonderlijke onderdelen behandeld. Voor ieder tracédeel is het betrekkelijk eenvoudige FAST Diagram uit figuur 3 gebruikt.

4. Ideegeneratie

Op basis van de geformuleerde functies zijn creatieve oplossingen gegenereerd. Hierbij zijn analogieën met de werking van het menselijke lichaam als inspiratiebron gebruikt om de creativiteit van het VE-team te stimuleren

5. Evaluatie

Uit de grote hoeveelheid gegenereerde ideeën heeft het team de beste ideeën geselecteerd voor verdere uitwerking. Hierbij zijn de ideeën gescheiden in kansrijke en minder kansrijke ideeën.

6. Ontwikkelen

De kansrijke ideeën zijn vervolgens verder uitgewerkt in 3 subteams en waar mogelijk gecombineerd tot volwaardige alternatieven. Zoals gebruikelijk zijn naast de kenmerken van de ideeën ook de belangrijkste voor- en nadelen per idee vastgelegd. In het kader van de marktconsultatie is geen kosteninformatie gedeeld tijdens de sessie. De wijzigingen in kosten zijn in de vorm van een percentage van de (openbaar bekende) investeringskosten van het beschouwde alternatief.

7. Presentatie

De door de subteams uitgewerkte ideeën zijn plenair gepresenteerd en beoordeeld op haalbaarheid en het voldoen aan de projectdoelstellingen.

Resultaten van de VE-studies

De VE-studies hebben beide spectaculaire resultaten opgeleverd. In de studie naar het Theemswegtracé kwam naar voren dat een

groot deel van het kunstwerk ook als gewapende grondconstructie uitgevoerd zou kunnen worden, wat vooral een financiële besparing van enkele tientallen miljoenen euro kan betekenen. Daarnaast blijkt de ligging van het tracé ten opzichte van de Kabels en Leidingen in de buurt te kunnen worden geoptimaliseerd. Zeker in het Rotterdamse havengebied, waar de ondergrondse industriële infrastructuur zó complex is dat verleggen bijna notdone is, geeft dat een groot voordeel. Verder is het door slim te kijken naar de indeling van het onderliggend wegennet ook mogelijk gebleken om de aansluiting van de spoorlijn over de Calandbrug op het bestaande spoor vereenvoudigd uit te voeren. Daardoor wordt de benodigde treinvrije periode korter, en daarmee wordt de overlast voor de gebruikers van het spoor minder.

In VE-studie naar Grootschalige Renovatie kwamen meerdere mogelijkheden voor optimalisatie naar voren. Zo bleek dat je,



Figuur 4 – Luchtfoto Calandbrug en Havengebied.

Casus Blankenburgverbinding

Inmiddels heeft Rijkswaterstaat de combinatie van Value Engineering en Marktconsultatie ook toegepast in een marktatelier. Rijkswaterstaat bestudeert de inpassingsvarianten voor een nieuwe oeververbinding onder de Nieuwe Waterweg tussen Rozenburg en Vlaardingen. Het marktatelier diende om samen met marktpartijen vooruit te blikken naar mogelijke aanlegtechnische issues bij de realisatiefase. Het projectteam verzamelde zo uitvoeringskennis waarmee het al in de besluitvorming risico's kan beheersen bij de kwaliteit en de realiseerbaarheid van de oplossingen die het voorbereidt.

Value Engineering en Marktconsultatie zijn hier ingezet in de planuitwerkingsfase, dus verder in het besluitvormingsproces dan de Calandbrug, maar ruim op tijd om met de verzamelde informatie het besluit en het contract te kunnen verbeteren.

De methodiek is in een lichte vorm toegepast. Het accent lag

meer op consulteren op basis van issues, waarbij technieken uit Value Engineering zijn ingezet om creativiteit te genereren en vervolgens de ideeën door te spreken.

De reacties op het atelier waren zowel vanuit de markt als vanuit het project positief. De deelnemende aannemers lieten weten dat ze het prettig vinden om nog vóór de besluitvorming mee te kunnen denken over de uitvoering, en op hoofdlijnen kennis mee te geven die in dit stadium richtinggevend kan zijn. Voor het projectteam leverde het atelier een oogst aan waardevolle adviezen en aandachtspunten op voor de uitvoering en fasering. Daarmee heeft het meer inzicht gekregen in aspecten uit de realisatiefase waar tot nog toe onvoldoende rekening mee werd gehouden, en waarmee het Tracébesluit en het contract kunnen worden verbeterd.

door de fasering van de renovatie aan te passen, de hinder voor de scheepvaart en het treinverkeer fors kunt beperken: aanvankelijk zou de brug voor de scheepvaart drie weken niet beschikbaar zijn. Na optimalisatie zou de brug minder dan één week voor schepen niet passeerbaar zijn. Verdere optimalisaties werden gevonden in de indeling van de brug. Door de ligging van sporen en wegen op de brug aan te passen wordt de brug minder excentrisch belast en wordt de gewichtstoename van een nieuwe brug kleiner dan in het referentieontwerp. Dit is cruciaal omdat daarmee de bestaande funderingsconstructie in gebruik kan blijven.

Evaluatie

De Value Engineeringstudies hebben beide waardevolle optimalisaties opgeleverd, die besparingen in (buitendienststellers-) tijd en geld met zich meebrengen, zónder de functionaliteit van het eindresultaat aan te tasten.

De samenwerking met partners uit de aannemerij en ingenieursbureaus in een value engineeringstudie is nog niet eerder vertoond. Aangezien het ook een marktconsultatie betrof heeft een gespecialiseerd jurist gezorgd voor een duidelijk juridisch kader waarbij het level playing field bij aanbesteding van het werk in een volgende project fase gewaarborgd blijft. Voorafgaand aan de studie was moeilijk in te schatten of deze juridische context van invloed zou zijn op de groepsdynamiek binnen het VE-team. Achteraf kan worden gesteld dat dit niet zo is geweest en dat alle deelnemers een volwaardige bijdrage hebben geleverd op basis van hun (technische) expertise. Een mogelijke oorzaak hiervoor kan zijn dat het project zich nog ruim (2 jaar) voor aanbesteding



Figuur 5 – Vakwerkliggers Calandbrug.

bevindt, dit is echter niet verder onderzocht.

Het belangrijkste voordeel van de bijdrage door de aannemers voor de opdrachtgever is een beter gevoel bij de haalbaarheid van alternatieven, en een aantal frisse logistieke ideeën. De inbreng van diepgaandere kennis van uitvoeringsmethodieken in deze projectfase is als positief ervaren.

Meer informatie: www.calandbrug.nl ■



Omschrijving alternatieven

De Grootschalige Renovatie betreft het vervangen van de complete stalen bovenbouw en alle bijbehorende installaties, waaronder het bewegingswerk. Het alternatief Theemswegtracé betreft het omleiden van de spoorlijn op de Calandbrug via een nieuw tracé langs de Theemsweg, zodat een spoorbrug over het Calandkanaal niet meer nodig is. Het Theemswegtracé loopt parallel langs de Theemsweg van oost naar west, vanaf de Merseyweg tot aan de Moezelweg. Het tracé ligt op een verhoogd spoorviaduct, omdat kruisingen (met wegen, de kabels en leidingenstrook en de Rozenburgsesluis) ongelijkvloers moeten worden. Zeescheepvaart en spoor worden daarmee in dit alternatief gescheiden en kunnen elkaar niet meer hinderen.

Figuur 6 – Alternatieven.



JOHAN VAN HIEN
CERTIFIED COST ENGINEER

PROJECT PORTFOLIO MANAGEMENT (PPM) KEUZES EN PRIORITEIT- STELLING IN EEN VEEL- VOUD VAN PROJECTEN

Summary Many companies use project portfolios as a mean of managing projects. However not all projects fit in the scope of the portfolio, a choice should be made based on predetermined criteria. The projects in the portfolio should be executed in the order of value, taking into account what is practical with the available resources. Project Portfolio Management is critical to the successful resolution of this project portfolio. Successful companies have a structured process for PPM, many use more than one method and use measuring criteria that follow from the company strategy.

Tegenwoordig wordt in de meeste bedrijven projectmatig gewerkt. Er worden meerdere projecten tegelijkertijd uitgevoerd en er staan projecten te wachten op uitvoering. Van al deze projecten wordt meestal een lijst gemaakt om overzicht te creëren, het projectportfolio.

Dit projectportfolio presteert volgens veel wetenschappelijke literatuur vaak onder de maat. Waarom is dit zo en welk effect heeft dit? Hoe doen succesvolle bedrijven dit dan, presteert hun projectportfolio wel goed en waarom? Wat is de beste methode om projectportfolio's te managen? Op bovenstaande vragen zoek ik in dit artikel een antwoord op basis van literatuur- en benchmarkonderzoek¹.

Wat is PPM?

Project Portfolio Management (PPM) ondersteunt de bedrijfsleiding bij het maken van objectieve keuzes en prioriteitstelling tussen projecten binnen het portfolio. Dit proces rangschikt de projecten in het portfolio naar belangrijkheid en uitvoerbaarheid, rekening houdend met de beschikbare resources (mensen, middelen, tijd, geld).

De kunst is om de projecten uit het projectportfolio te beoordelen op dezelfde meetcriteria, zodat men appels met appels kan vergelijken. De criteria zijn financieel of strategisch, waarbij strategisch betekent dat ze voortkomen uit de bedrijfsstrategie (missie, visie, doelen).

Enkele voorbeelden van financiële meetcriteria: kosten, opbrengsten, IRR (Internal Rate of Return).

Enkele voorbeelden van strategische meetcriteria: risico, veiligheid, gebruik van kritische resources, effect op milieu, mate van concurrentiegevoeligheid.

Er zijn verschillende PPM-methoden. Ze worden onderverdeeld in financiële methoden en strategische methoden. Een overzicht van enkele belangrijke PPM-methoden is te vinden aan het eind van dit artikel.

Het belang van de goede projectkeuze

Voor bedrijven is het essentieel de meest waardevolle projecten uit te voeren. Met de term "waarde" wordt hier niet alleen geldwaarde bedoeld, maar dit kan ook iets anders zijn waar het bedrijf belang aan hecht (bijvoorbeeld: een ideaal, risico, zekerheid, etc.).

Bedrijven hebben bijna altijd beperkingen in resources: resources zijn schaars. Wanneer ze ingezet worden in het ene project, kunnen ze niet gelijktijdig gebruikt worden bij het andere. Het is ook belangrijk dat bedrijven hun resources inzetten in projecten die de meeste waarde creëren en niet verspillen aan projecten die lage waarde creëren.

Projecten die lage waarde creëren mogen niet in het portfolio zitten, omdat zij het rendement van het totale projectportfolio naar beneden halen. Het is daarom verstandig om alleen projecten in het portfolio toe te laten die aan bepaalde minimum eisen voldoen (lijst met minimumeisen opstellen). De projecten die niet aan deze minimumeisen voldoen moet je wegstrepen uit het portfolio [1] [2]. Dit wordt in figuur 1 schematisch weergegeven.

Wanneer deze projecten niet weggestreept worden, raakt het portfolio overvol en is de kans groot dat de schaarse resources worden overbelast.

R.G. Cooper, et al [3] zeggen in hun artikel het volgende over verkeerde projectkeuzes: *'Slecht portfolio management betekent vaak dat de verkeerde projecten worden geselecteerd. Zonder formele selectie methode zijn beslissingen niet gebaseerd op feiten en objectieve criteria, maar eerder op diplomatie, meningen en emotie... Bijvoorbeeld, "knullige" projecten van een zekere hoge bestuurder. Veel van deze emotioneel geselecteerde projecten mislukken'* [3].

Het belang van de juiste projectprioriteit

De projecten die het projectportfolio halen zijn niet allemaal even belangrijk, het ene project zal meer waarde voor het bedrijf creëren dan het andere. Eerst moet men de projecten prioriteren

op basis van hun waarde, zo ontstaat een prioriteitenlijst. Het wil echter niet zeggen dat deze prioriteitenlijst ook uitvoerbaar is. Als men kritische resources in meerdere projecten nodig heeft kan men deze projecten niet gelijktijdig optimaal uitvoeren (dit geldt ook als de kritische resources überhaupt niet beschikbaar zijn). Men moet de projecten daarom nogmaals prioriteren op basis van de beschikbare resources (dus op uitvoerbaarheid).

Bovenstaande is schematisch weergegeven in figuur 2.

Hoe doen succesvolle bedrijven dit?

R.G. Cooper, et al [4] hebben in samenwerking met de IRI² een aantal grote benchmarkingonderzoeken uitgevoerd onder grote Amerikaanse bedrijven. De hieronder vermelde resultaten komen uit deze onderzoeken [4] [3].

Methoden voor PPM kunnen ingedeeld worden in twee categorieën: financiële en strategische methoden. Financiële methoden worden het meest gebruikt, deze geven echter slechte resultaten. Hoe dit komt wordt in de volgende paragraaf onderbouwd.

Strategische methoden worden ook veel gebruikt, ze resulteren in portfolio's met veel hogere waarde en hogere rendementen.

Succesvolle bedrijven gebruiken meerdere methoden, waarbij altijd minimaal één een strategische is. Deze bedrijven behalen hoge portfolio-resultaten en hebben waardevolle projecten in hun portfolio: waardevol op economisch en strategisch vlak. De strategische bucketmethode en de scorekaart worden in veel succesvolle bedrijven gebruikt (voor uitleg zie blauwe kaders aan het eind van dit artikel).

De portfolio's van succesvolle bedrijven scoren goed op de vol-

gende punten:

- gevarieerd portfolio (lange- en kortetermijnprojecten, hoog- en laagrisico projecten, etc.);
- de meest waardevolle projecten (economisch en strategisch);
- het aantal projecten in portfolio is in balans met de resources.

Deze succesvolle bedrijven onderscheiden zich van de andere bedrijven door:

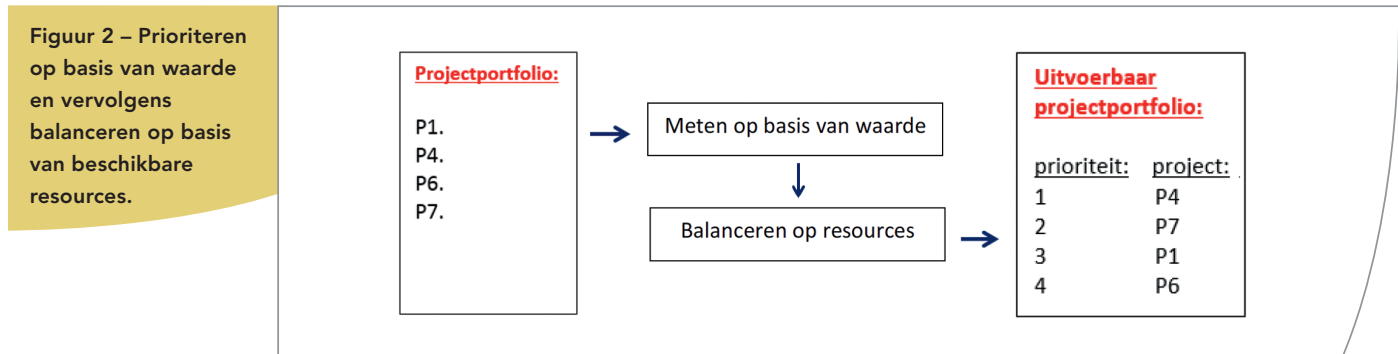
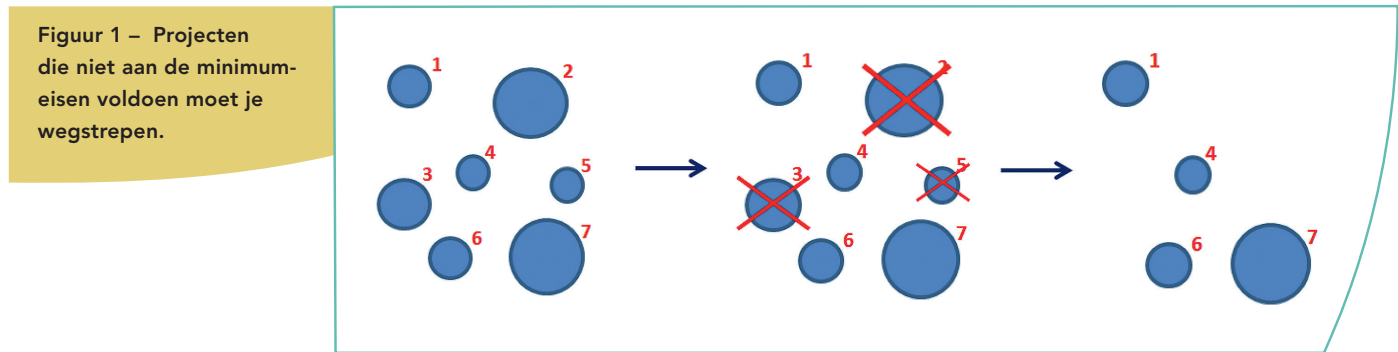
- hun hoger management vindt PPM erg belangrijk en ondersteunt het proces volledig;
- PPM is een formeel en goed gedefinieerd proces, er zijn duidelijke regels en procedures;
- er wordt een combinatie van meerdere PPM-methoden toegepast.

Waarom niet alleen een financiële methode gebruiken?

Zoals uit onderzoek blijkt wordt de financiële methode het meest gebruikt, maar geeft deze slechte portfolio-resultaten. Het probleem is dat deze methode portfolio's oplevert die slecht zijn afgestemd op de resources en portfolio's met lage waarde genereert.

Dat de methode slecht is afgestemd op de resources is te begrijpen, er wordt namelijk alleen naar geld gekeken. Maar is dit nu de enige reden waarom deze methode portfolio's met lage waarde creëert?

De literatuurstudie geeft geen antwoord op deze vraag. Mijn eigen hypothese hierover is de volgende: de financiële business case van het project is vaak gebaseerd op ruwe financiële infor-

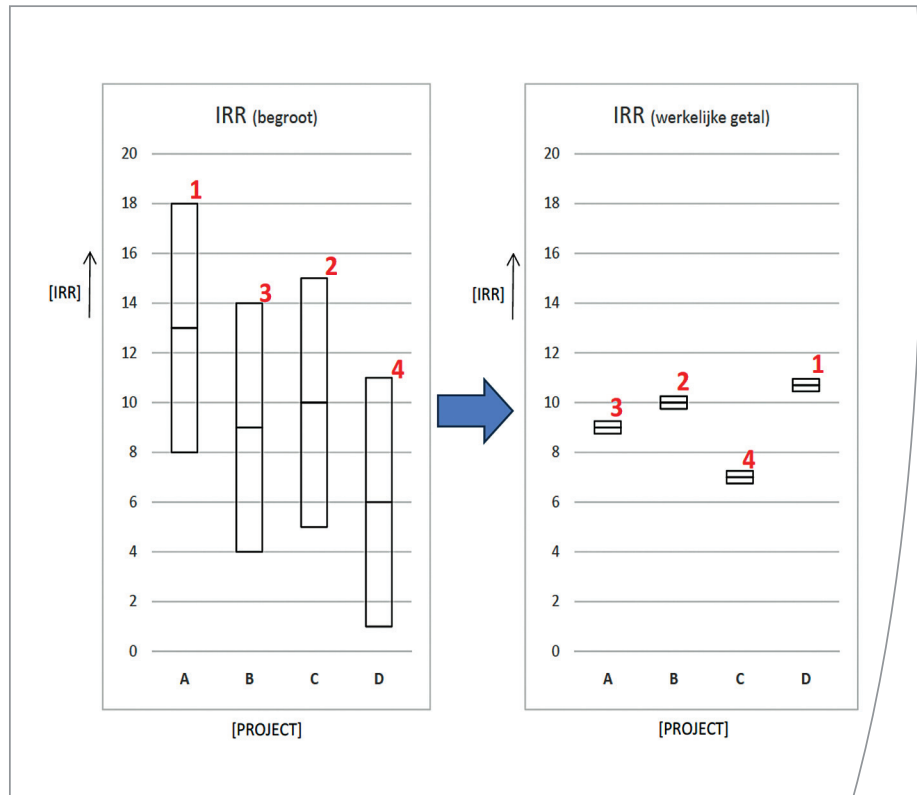


matie. Een projectbegroter gebruikt in de meeste gevallen een class 5 of class 4 begroting, deze begrotingen zijn gebaseerd op beperkte informatie met grote onnauwkeurigheid [5]. Men prioriteert de projecten dus op getallen met een behoorlijke spreiding. Hierdoor ontstaat overlap met de spreidingen in begrotingscijfers van andere projecten.

Ik visualiseer in figuur 3 wat ik hiermee beoel. Een projectportfolio is in de linker grafiek geprioriteerd op basis van de gemiddelde IRR. De rechter grafiek laat de werkelijke getallen (op nacalculatie) zien, de prioritering van de projecten is hier totaal anders (en toch liggen de werkelijke getallen binnen de spreiding van de begrote getallen).

Conclusie uit bovenstaande:

- door overlap in de spreidingen van de begrotingscijfers is grote kans op een onjuiste prioriteitenlijst;
- portfolio's prioriteren uitsluitend op financiële gronden is niet nauwkeurig genoeg, hierdoor kan het complete portfolio een lagere waarde krijgen.



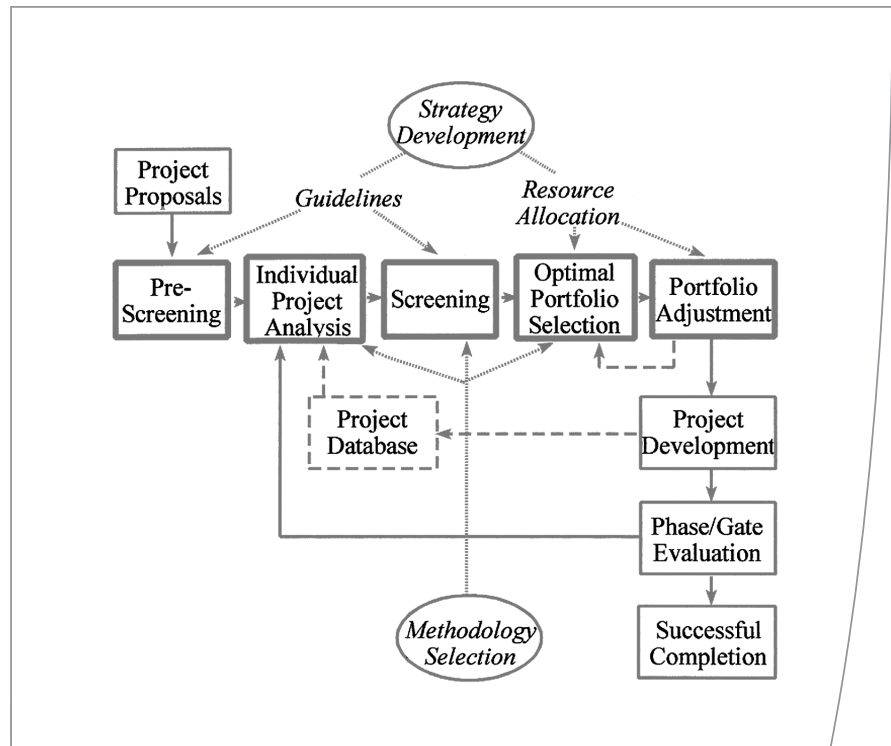
Figuur 3 – Spreiding van projecten overlapt door onnauwkeurige begroting.

PPM in het bedrijfsproces

Het PPM-proces moet een goed gedefinieerd in procedures vastgelegd bedrijfsproces zijn. In het artikel van Archer en Ghasemzadeh wordt een raamwerk gegeven van het complete PPM-proces [6].

Het doel van dit raamwerk is het portfolio-proces verdelen in fases, waarbij elke fase een start- en eindpunt symboliseert (zie figuur 4). Het mooie van dit raamwerk is dat het te gebruiken is voor alle PPM-methodes.

Het artikel van Archer en Ghasemzadeh geeft veel interessante en bruikbare informatie. Echter, er wordt niets verteld over doorlooptijd en efficiëntie, dit is een aandachtspunt. Bij opstart van het PPM-bedrijfsproces moet voorkomen worden dat het proces geen “papiermolen” wordt. De kunst is om in het begin van het proces minder tijd en kosten te steken dan aan het eind. Eigenlijk op dezelfde manier als bij de begrotingsclassificaties van AACE [5]. Hierbij geldt, hoe verder men in het begrotingsproces komt, hoe meer tijd en geld men mag besteden aan de begroting (begroting wordt steeds gedetailleerder en nauwkeuriger).



Figuur 4 – Het raamwerk van het PPM-bedrijfsproces volgens Archer en Ghasemzadeh [6].

Strategische methoden

Strategische methoden werken met meetcriteria die zijn gedestilleerd uit de bedrijfsstrategie. Ze kunnen worden aangevuld met financiële meetcriteria.

Strategische bucketmethode

Bij de strategische bucketmethode worden resources aan een “mandje” met projecten toegewezen. Deze mandjes zijn op hun beurt weer gelinkt aan de strategische doelen die het bedrijf wil bereiken [3], zie figuur 5. De methode wordt door veel succesvolle bedrijven gebruikt en geeft goede portfolio-resultaten.

Scorekaarten

Veel bedrijven gebruiken Scorekaarten, uit onderzoek blijkt dat bedrijfsmanagement de methode erg efficiënt en effectief vindt [4]. De methode is relatief snel. Op een scorekaart staat een lijst met vragen, voor elke vraag kunnen met het antwoord punten worden behaald (zie figuur 6). Door bij alle projecten de vragenlijst door te lopen en de punten van de antwoorden op te tellen krijgt het project een totaalscore. Met de totaalscores van alle projecten kan men een prioriteitenlijst maken.

Analytisch Hiërarchisch Proces (AHP)

Deze methode werkt eigenlijk hetzelfde als de natuurlijk keuze van het menselijk brein [7], het is een keuzemethodiek die projecten steeds per paar met elkaar vergelijkt. Door alle projecten “paarsgewijs” met elkaar te vergelijken kan er een prioriteitenlijst worden gemaakt.

De gebruikers kunnen de projecten met allerlei meetcriteria tegen elkaar afwegen. De voorkeuren worden in een computerprogramma ingevoerd en het wiskundig model berekend de prioriteiten van de projecten. De computer berekent ook hoe (in) consistent de gebruikers de vragen hebben beantwoord.

Uit onderzoek [7] blijkt dat met deze methode goede resultaten worden behaald. De methode wordt onder andere gebruikt bij het inkoopbeleid van de Nederlandse belastingdienst [8].

New Products: Product Line A Target Spend: \$8.7M	New Products: Product Line B Target Spend: \$18.5M	Maintenance of Business: Product Lines A & B Target Spend: \$10.8M	Cost Reductions: All Products Target Spend: \$7.8M
Project A 4.1	Project B 2.2	Project E 1.2	Project I 1.9
Project C 2.1	Project D 4.5	Project G 0.8	Project M 2.4
Project F 1.7	Project K 2.3	Project H 0.7	Project N 0.7
Project L 0.5	Project T 3.7	Project J 1.5	Project P 1.4
Project X 1.7	Gap = 5.8	Project Q 4.8	Project S 1.6
Project Y 2.9		Project R 1.5	Project U 1.0
Project Z 4.5		Project V 2.5	Project AA 1.2
Project BB 2.6		Project W 2.1	

Strategic Buckets method: Based on the business’s goals, vision and strategy, senior management makes forced splits of money across various dimensions (for example, by product line; by market; by project type, and so on). From these splits are created 6-10 buckets (only four are shown above). Projects are then sorted into buckets, and then rank-ordered within buckets until the spending limit is reached for each bucket. Ranking can be via a financial index, the ECV, or a scoring model. Using the Strategic Buckets approach, R&D spending is forced to mirror the business’s strategy.

Figuur 5 – De strategische bucketmethode [3].

- Reward:**
 - Absolute contribution to profitability (5 year cash flow: cumulative cash flows less all cash costs, before interest & taxes).
 - Technological payback: the number of years for the cumulative cash flow to equal all cash costs expended prior to the start-up date.
 - Time to commercial start-up (years).
- Business Strategy Fit:**
 - Congruence: how well the program fits with the strategy (stated or implied) for the product line, Business and/or Company
 - Impact: the financial and strategic impact of the program on the product line, Business and/or Company (scored from “minimal” to “critical”).
- Strategic Leverage:**
 - Proprietary position (scored from “easily copied” to “well protected via patents, trade secrets, etc.).
 - Platform for growth (scored from “one of a kind” to “opens up new technical & commercial fields”).
 - Durability: the life of the product in the marketplace (years).
 - Synergy with other operations/businesses within the corporation.
- Probability of Commercial Success:**
 - Existence of a market need.
 - Market maturity (scored from “declining” to “rapid growth”).
 - Competitive intensity: how tough or intense the competition is.
 - Existence of commercial applications development skills (scored from “new” to “already in place”).
 - Commercial assumptions (from “low probability” to “highly predictable”).
 - Regulatory/social/political impact (scored from “negative” to “positive”).
- Probability of Technical Success:**
 - Technical gap (scored from “large gap” to “incremental improvement”).
 - Program complexity (scored from “many hurdles” to “straightforward”).
 - Existence of technological skill base (scored from “new to us” to “widely practiced in company”).
 - Availability of people & facilities (scored from “must hire/build” to “immediately available”).

These 19 rating questions are each scored 1-10. Each question is anchored (what a 10 is, what a 1 is). Questions are added in a weighted fashion to yield the five Factors. The five Factors are added, also in a weighted fashion, to yield the Program Attractiveness Score, which is used to make Go/Kill and prioritization decisions.

Figuur 6 – Scorekaart van een groot chemisch bedrijf [3].

Financiële Methodes

Dit is een snelle en de meest gebruikte methodiek. Er wordt enkel gekeken naar financiële criteria en niet naar strategische criteria of resources. De meest bekende financiële methodes zijn: Pay out Time (POT), Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR).

Met dit in het achterhoofd kan het raamwerk van Archer en Ghasemzadeh als een goede basis dienen voor een efficiënt, transparant en goed te verantwoorden PPM-bedrijfsproces.

Bedrijven moeten erop letten dat ze de stappen en regels vooraf wel goed en duidelijk opschrijven. En welke methodiek er in de stappen ook wordt gebruikt, het is belangrijk dat het bedrijfsmanagement achter het PPM-proces staat en dit duidelijk binnen het bedrijf communiceert.

Conclusies

Het uitvoeren van zo veel mogelijk projecten draagt niet bij aan de waarde van het projectportfolio. Alleen de meest waardevolle projecten mogen in het projectportfolio terecht komen, ze moeten passen binnen de doelstellingen en strategie van het bedrijf. Men moet volgens het portfolio prioriteren op basis van waarde en daarna nogmaals op basis van uitvoerbaarheid.

Bedrijven moeten ervoor zorgen dat ze dit doen in een formeel en goed gedefinieerd PPM-bedrijfsproces, dat door hoger bedrijfsmanagement wordt ondersteund. Het is verstandig meerdere PPM-methodes te gebruiken: een combinatie van financiële en strategische methodes. Alleen een financiële methode gebruiken leidt vaak tot portfolio's met lage waarde.

Wanneer bedrijven het PPM-proces goed en efficiënt vormgeven draagt dit bij aan het succes van het bedrijf.

References

- [1] Dr. R.G. Cooper, Dr. E.J. Kleinschmidt, "WINNING BUSINESSES IN PRODUCT DEVELOPMENT: THE CRITICAL SUCCESS FACTORS," Research Technology Management, May-June, pp. 1-15, 2007.
- [2] Dr. R.G. Cooper, Dr. S.J. Edgett, "Ten ways to make better portfolio and project selection decisions," PDMA Visions Magazine, XXX, JUNE 2006, pp. 11-15, 2006.
- [3] Dr. R.G. Cooper, Dr. S.J. Edgett, Dr. E.J. Kleinschmidt, "Portfolio Management for New Product Development: Results of an Industry Practices Study," R&D Management (Industrial Research Institute, Inc.) Volume 31, number 4, pp. 361-380, 2001.
- [4] Dr. R.G. Cooper, Dr. S.J. Edgett, Dr. E.J. Kleinschmidt, "New product portfolio management: Practices and performance," Journal of Product Innovation Management, Volume 16, Issue 4, pp. 333-351, 1999.

- [5] AACE, "COST ESTIMATE CLASSIFICATION SYSTEM," 17R-97, pp. 1-6, 2003.
- [6] N.P. Archer, F. Ghasemzadeh, "An integrated framework for project portfolio selection," International Journal of Project Management Vol. 17, No. 4 (Published by Elsevier Science Ltd and IPMA), pp. 207-216, 1999.
- [7] E. Alves de Moraes, R. Carlos Bernardes, R. Camanho, "Project Portfolio Management using AHP," in The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, São Paulo, SP Brazil, 2007.
- [8] P. van Dorth, G. Schut, "www.pianoo.nl" Unit Inkoop Belastingdienst, 2 oktober 2012. [Online]. Available: www.pianoo.nl/sites/default/files/documents/documents/introductieahpmethodiek.pdf.
- [9] S. Filippov, H. Mooi, R. van der Weg, "The Strategic Role of Project Portfolio Management: Evidence from the Netherlands," in Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, 2010.
- [10] Dr. R.G. Cooper, "Product innovation and technology strategy," Research Technology Management, jan-feb, pp. 38-41, 2000.
- [11] S. Filippov, H. Mooi, F. Aalders, R. van der Weg, "Managing Innovation Project Portfolio: The Case of Philips Research," in Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, 2010.
- [12] Dr. R.G. Cooper, "Attention: Results are Down! Your NPQ portfolio may be harmful to your business's health," PDMA Visions, vol XXIX no.2, 2005.
- [13] J. Pomeroy, F. Adam, "Practical Decision Making - From the Legacy of Herbert Simon to Decision Support Systems," in Decision Support in an Uncertain and Complex World: The IFIP TC8/WG8.3 International Conference, 2004.
- [14] Project Management Institute, The Standard for Portfolio Management, PMI, 2013.
- [15] J.D. Linton and N. Thongpapanl, "PERSPECTIVE: Ranking the Technology Innovation," Journal of Product Innovation Management, vol. 21, pp. 123-139, 2004.

Noten

¹ De betrouwbaarheid van deze literatuur is door mij gecontroleerd op de volgende punten:- Kwaliteit van het journal waarin deze gepubliceerd is. Er is gekeken naar de impact factor van het journal, en naar de relevantie van het journal volgens het artikel PERSPECTIVE: Ranking the Technology Innovation Management Journals [15].

- Er is gekeken of het artikel vaak is geciteerd.

² De IRI (Industrial Research Institute) is het instituut van CTO's (Chief Technology Officers) in Washington. De leden vertegenwoordigen 80% van de R&D uitgaven in Amerika.

Relevante websites:

www.ipma.nl/portfoliomangement

www.pmwiki.nl ■



THEO J.M. DE GRAAFF
SENIOR DESIGN ENGINEER
FOKKER AEROSTRUCTURES

VALUE ENGINEERING IN DE VLIEGTUIGBOUW

De vliegtuigindustrie is booming business

Aviation als geheel staat voor een enorme uitdaging vanwege de explosieve groei van de luchtvaart. De verwachting is dat het aantal vliegbewegingen zal verdubbelen tussen nu en 2030 (zie figuur 1) Luchthavens groeien mee. Moderne luchthavens beschikken over de nieuwste logistieke systemen waardoor de reizigers vlot het vliegtuig kunnen betreden.

Airbus en Boeing zijn op dit moment de grootste vliegtuigbouwers. Wereldwijd is er op dit moment een enorme vraag naar vliegtuigen, vooral in de Aziatische landen. Om aan die vraag te voldoen hebben zowel Airbus als Boeing productiefaciliteiten in China geopend. De Chinese overheid stimuleert de ontwikkeling van een eigen vliegtuigindustrie.

Soms moet men 4 jaar wachten voordat een vliegtuig geleverd kan worden. Dat het aanbod van vliegtuigen achter blijft bij de vraag komt mede door de hoge complexiteit van het product in combinatie met de hoge investeringen die gemoeid zijn met het inrichten van productiefaciliteiten. Vooral de benodigde kwaliteitssystemen en bewijslast dat het geproduceerde vliegtuig luchtwaardig is zijn niet eenvoudig tot stand te brengen.

Embraer en Bombardier zijn vliegtuigbouwers die zich richten op relatief kleine vliegtuigen met veel succes. Naast de bouwers van verkeersvliegtuigen zijn er ook producenten van Business jets zoals, Gulfstream, Cessna en Dassault. (Zie figuur 2.) Business jets worden gekocht door b.v. directies van bedrijven, leasemaatschappijen en miljonairs. Business jets hebben een comfortabel

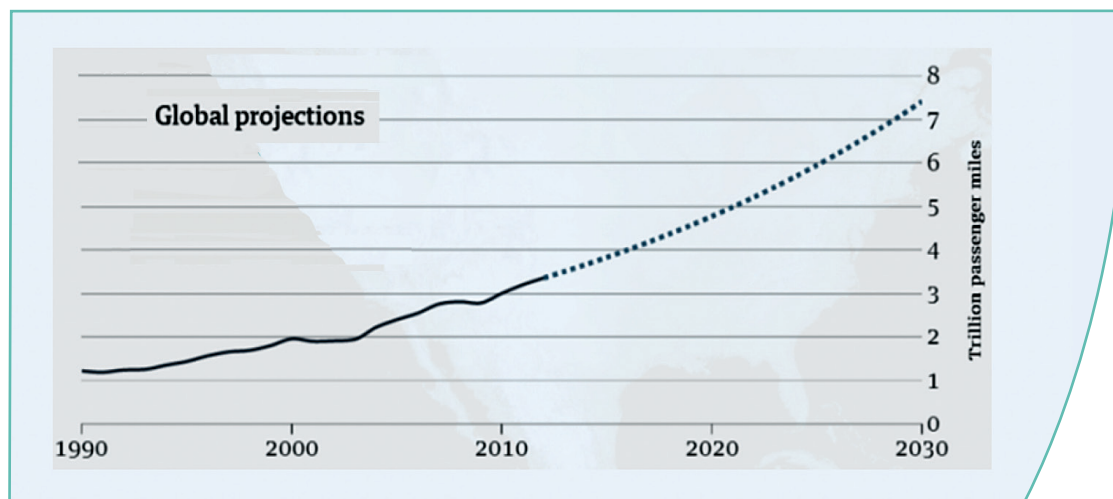
Samenvatting

The aviation industry offers ideal circumstances to improve the value of aircrafts and its components by using a Value Engineering approach. A large number of stakeholders in the entire supply chain of new aircrafts is involved in design processes. The capital-intensive characteristics of the industry and the long service life of airplanes require Value Engineering and Design to Cost techniques that match the high complexity of the design process. Also diversity of design teams and all kind of collaboration methods like creative brainstorming are essential in this industry. The persistent demand for aircrafts with an improved functionality and the social need for sustainable transportation makes it necessary to explore the definition of value in the aviation industry in more detail.

interieur en de machines zijn ontworpen om lange non-stop afstanden te vliegen. De fabrikanten van business jets hebben eveneens goed gevulde order portefeuilles.

De complexiteit van het ontwerpen van een vliegtuig

Het ontwerpen van vliegtuigen die aan de wensen van de reiziger en de vliegmaatschappijen voldoen is een complexe aangelegenheid. De contradictie tussen vliegveiligheid en toenemende vraag naar hoger vliegendement is hiervan de hoofdoorzaak. Een zwaar vliegtuig is veiliger, maar een licht vliegtuig is efficiënter. Internationale wetgeving reguleert en borgt de vliegveiligheid. De hoge complexiteit van het ontwerpen van vliegtuigen komt



Figuur 1 - Groei van de luchtvaart.

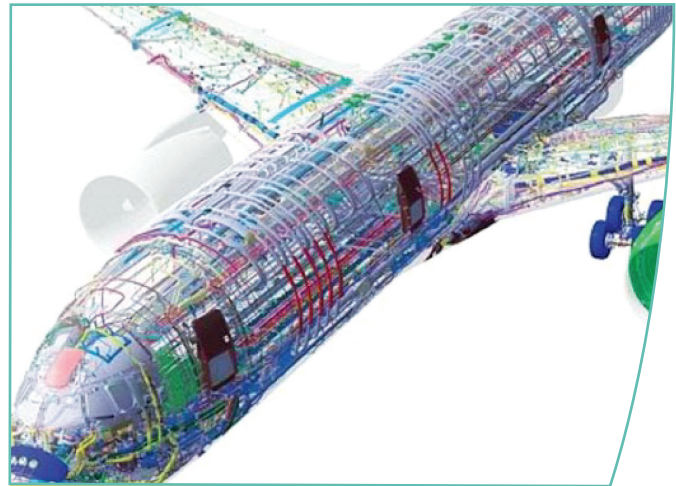
Figuur 2 - Boeing 787 Dreamliner, Airbus A350, Bombardier Business Jet.



doordat er zoveel stakeholders zijn die meedoen in het ontwerp-proces en met het opstellen van het programma van eisen. Overheden, luchthavens, vliegmaatschappijen, vliegtuigfabrikanten, toeleveranciers en zelfs het cabinepersoneel ontwerpen mee.

Airbus heeft de volgende 21 disciplines (stakeholders) benoemd binnen de engineering organisatie:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. Aircraft Integration | 12. Mechanical and electrical systems |
| 2. Conceptual Design | 13. Cabin Interior |
| 3. Aerodynamics | 14. Maintainability |
| 4. Performance | 15. Manufacturing |
| 5. Surfaces | 16. Jigs & Tools |
| 6. Loads | 17. Quality & Certification |
| 7. Weights & Balance | 18. Testing |
| 8. Stability & Control | 19. Procurement |
| 9. Safety & Reliability | 20. Configuration Management |
| 10. Stress | 21. Materials & Processes |
| 11. A/C Systems Design | |



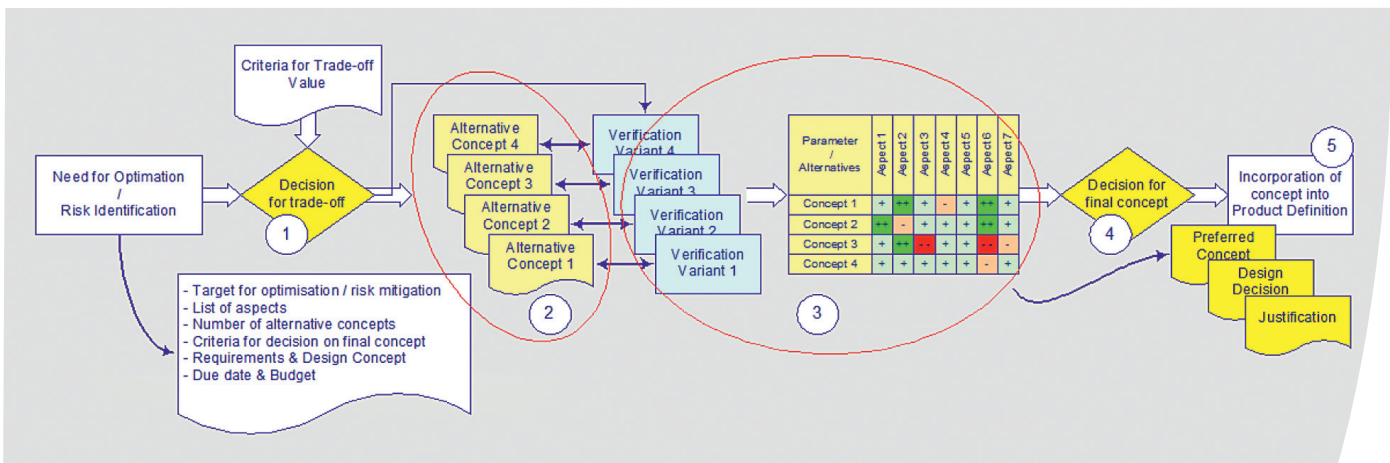
Figuur 3 - 3D ontwerpdefinitie van alle systemen.

Nadat het programma van eisen is opgesteld volgen er gedetailleerde systeemspecificaties. Het vertalen van de systeemspecificaties naar de optimale functionele oplossing is een complex proces. Vervolgens moeten alle systemen worden ingepast binnen de contouren van het vliegtuig. 3D ontwerpdefinities (zie figuur 3) zijn onmisbaar bij het ruimtebeheer tijdens het ontwerpproces.

De meeste systemen zijn dubbel uitgevoerd voor de vliegveiligheid en staan met elkaar in verbinding. Het bedenken en vastleggen van al deze systemen gaat gepaard met het gebruik van verschillende computerprogramma's en design tools. De tools worden constant verbeterd en geoptimaliseerd wat resulteert in een continue behoefte aan bijscholing van de engineers.

Teamwork

Binnen de ontwerpteams wordt kennis bijeengebracht in geïn-



Figuur 4 – Trade-off tabel met selectiecriteria.

tegreerde clusters waardoor de teams onderscheidende activiteiten kunnen uitvoeren. Tijdens creatieve sessies komen waardevolle concepten tot stand door interactie en integratie van gebundelde bekwaamheden. Middels Rapid prototyping worden ontwerp oplossingen getoond en geëvalueerd. Men streeft naar trans-disciplinair samenwerken als de ontwerp-uitdagingen de competenties van een team te boven gaan. Als de optelling van deskundigheid onvoldoende is dan ligt de oplossing in de vermenigvuldiging van de expertise tijdens trans-disciplinair overleg.

De voorzitter van het ontwerp team moet in staat zijn de trans-disciplinaire conversaties in goede banen te leiden. Een werkvorm waarin dagelijkse stand-up meetings op vaste tijdstippen plaatsvinden is zeer effectief om tot waardevolle ontwerp oplossingen te komen. Het creëren van een veilige omgeving waarin ieders mening telt is hierin van doorslaggevend aard.

De gevonden oplossingen worden in trade-off tabellen (zie figuur 4) met selectiecriteria getoetst aan het programma van eisen en specificaties.

Het kostenaspect van een vliegtuig

Vliegtuigen zijn in aanschaf dure machines. Luchtvaartmaatschappijen schaffen graag moderne toestellen aan, maar de reizigers daarentegen willen zo goedkoop mogelijke vliegen. De winstmarges van luchtvaartmaatschappijen staan constant onder druk. Deze druk geven de vliegmaatschappijen door aan de vliegtuigfabrikanten en uiteindelijk komt de druk te liggen op de bureaus van de constructeurs.

De ontwikkelingskosten van vliegtuigen worden verwerkt in de verkoopprijzen en maken ongeveer 6 tot 10% uit van de totale aanschafprijs. De aankoop investering wordt door de vliegmaatschappij over ongeveer 15 tot 20 jaar afgeboekt. De grote luchtvaartmaatschappijen bestellen hun vliegtuigen bij Boeing en Airbus. Ondanks forse aanbetalingen bij de bestelling van nieuwe vliegtuigen zijn geen van beide vliegtuigbouwers in staat om uit eigen middelen de ontwikkeling van nieuwe vliegtuigen te financieren.

De ontwikkelingskosten van de nieuwste Airbus A350 worden geschat op 16 miljard euro en voor het ontwerp van de Boeing 787 Dreamliner gaan de ramingen richting 20 miljard US Dollars. Beide vliegtuigfabrikanten hebben een alliantie business model ontwikkeld waarin meerdere partners meebetalen aan de ontwikkelingskosten. Partners uit de hele wereld doen mee met de ontwikkeling van nieuwe vliegtuigen waarmee ze tevens zeggenschap krijgen in de verdeling van het productievolume. Meedoen betekent voor de deelnemende partners dat er werkgelegenheid ontstaat waarmee de investeringen worden terugverdiend. Met dit alliantie business model lukt het om nieuwe vliegtuigen met verhoogde functionaliteit te ontwikkelen en te bouwen.

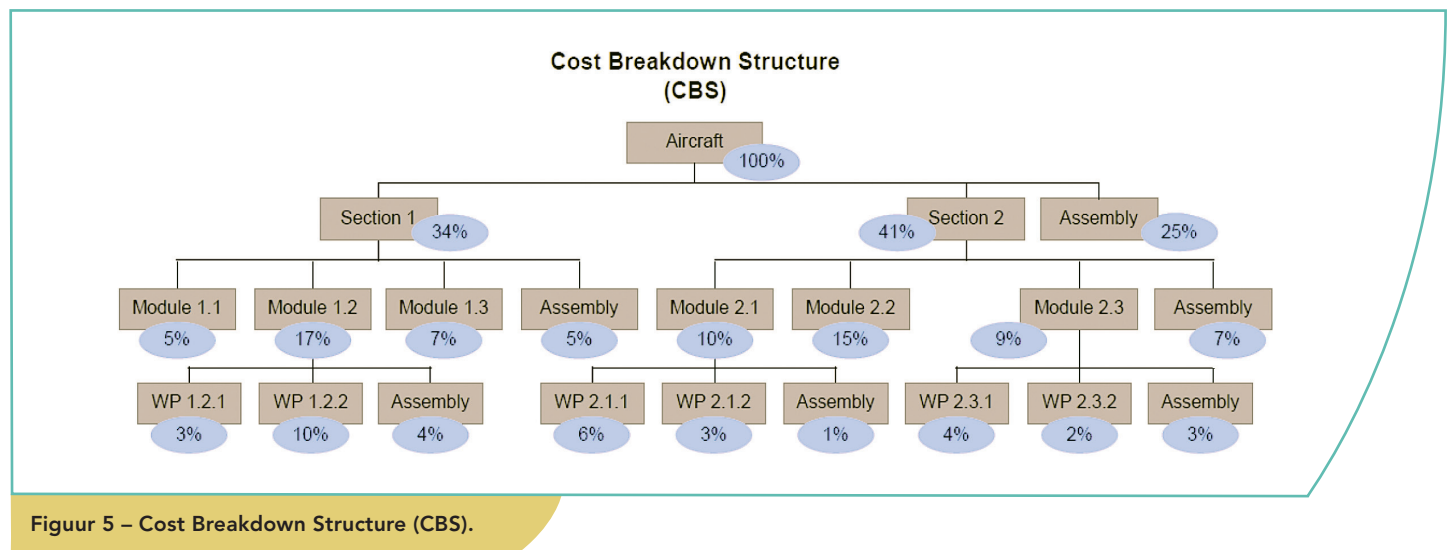
Een groot bijkomend voordeel van werken binnen allianties is dat de deelnemende partners hun eigen R&D kennis en nieuwste technologieën kunnen inbrengen.

Om het kostenaspect van een vliegtuig goed te kunnen beheersen bepaalt men vooraf een verkoop prijs welke is afgestemd op de marktverwachtingen. De verkoop prijs wordt vervolgens opgedeeld in secties, modules en werkpakketten. Met behulp van historische data, een Cost Breakdown Structure (zie figuur 5) en kostenramingen zijn de vliegtuigfabrikanten in staat inzicht te verschaffen in de kosten per component. Deelnemende partners ontvangen inkomsten afhankelijk van hun verworven productievolume.

Met de componentprijzen gaan de partners aan de slag. Ontwerpteam worden opgetuigd en manufacturing engineers bepalen de grootte en inrichting van de productiefaciliteiten. Fabrieken worden vervolgens gebouwd alsmede de transportmiddelen. Meestal zijn de vooraf bepaalde inkomsten per component dekkend voor de gemaakte kosten.

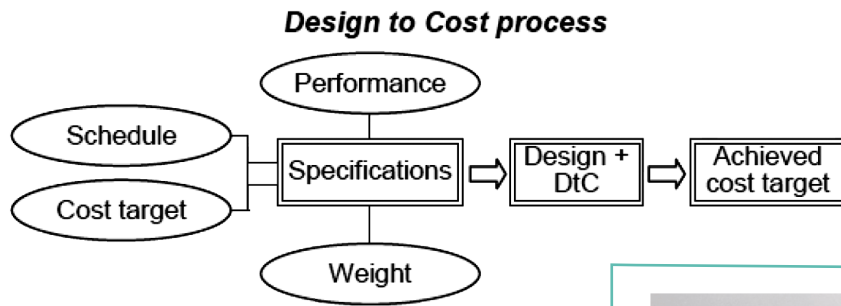
Hoe ondersteunen Value engineering en Design to Cost het ontwerpproces van een vliegtuig ?

De methoden die worden toegepast om vliegtuigen in waarde te verhogen zijn heel divers. In de vliegtuigindustrie is er geen stan-



Figuur 5 – Cost Breakdown Structure (CBS).

Figuur 6 – Design to Cost process.



daardproces waarlangs vliegtuigfabrikanten hun Value engineering proces doorlopen.

Wat wel duidelijk naar voren komt is dat de totale keten van de vliegtuigindustrie invloed heeft op de waarde-verhogingen. Wetten en regelgeving, de luchthavens, de vliegmaatschappijen, toeleveranciers, engineers, aerodynamica, enz. Ieder draagt zijn steentje bij. Wat opvalt is dat verbeteringen stap voor stap hun intrede doen. Elk nieuw systeem of materiaal moet zich eerst bewijzen voordat het kan worden toegepast. De grootste verbeteringen vinden plaats op het gebied van passagierscomfort, het toepassen van betere materialen en zuiniger motoren. Aerodynamische verbeteringen zien we vooral bij de vleugels.

Design to Cost

Design to Cost heeft tot doel om binnen de vastgestelde componentprijs te ontwerpen. Middels het onderstaande Design to Cost process (zie figuur 6) en Cost estimating tools kan men voorspellen hoe hoog de productiekosten gaan uitpakken. Onzekere factoren die de nauwkeurigheid van de schattingen beïnvloeden zijn b.v. het toepassen van nieuwe materialen, nieuwe technologieën, valutakoersen, inflatie en projectvertragingen.

Value Engineering voorbeeld, Boeing Jumbojet 747 en haar Outboard flaps

De zeer succesvolle Boeing Jumbojet 747 (zie figuur 7) is inmiddels 40! jaar in gebruik bij diverse luchtvaartmaatschappijen. De vliegmachine heeft een uitmuntende staat van dienst op het gebied van vliegveiligheid en economische inzetbaarheid.

Er zijn de afgelopen decennia 5 versies verschenen van de jumbojet met verbeteringen welke hebben geleid tot een functionaliteit verhoging van maar liefst 60%! Zie figuur 8.

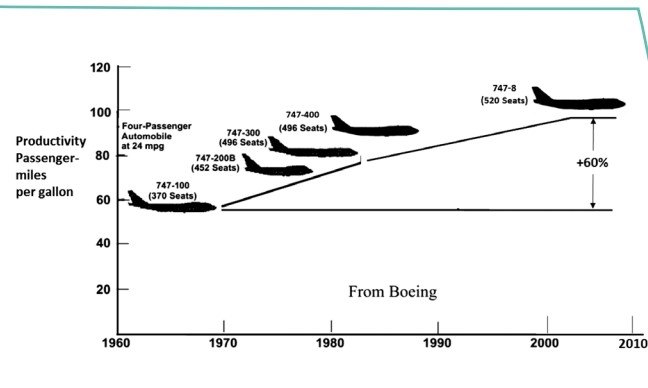
Een volle jumbojet vervoert de passagiers zuiniger dan een gemiddelde personenauto.

Nieuwe brandstof besparende motoren en verlenging van de romp verhogen de functionaliteit van het vliegtuig tot 90 passagiers-miles per gallon. Omgerekend is dat 38 passagiers-kilometer per liter brandstof, een betere prestatie dan een gemiddelde personenauto.

Boeing beoogt met Value engineering inspanningen de economische levensduur van de Jumbojet met nog eens 10 jaar te verlengen tot maar liefst 50 jaar.



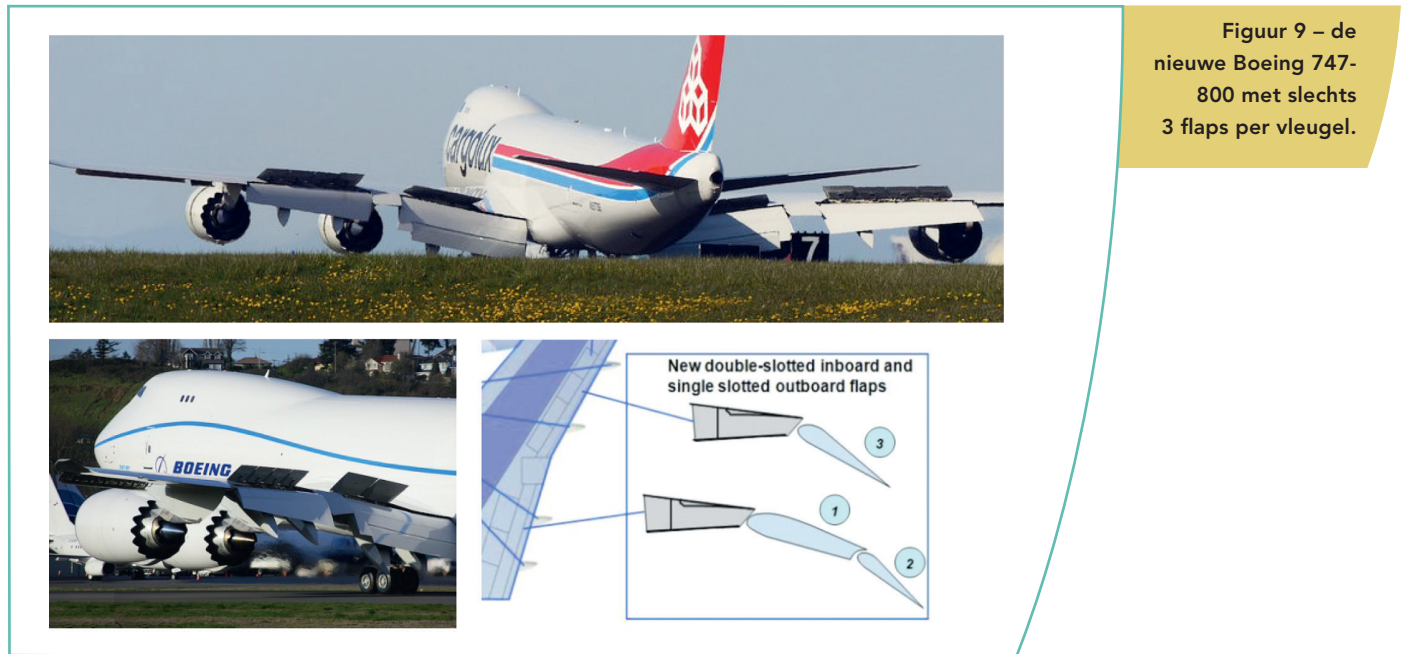
Figuur 7 – Boeing Jumbojet 747-100 (1970).



Figuur 8 – Functionaliteit verbetering Boeing Jumbo-jet van 60%.

Value Engineering op de constructie van de nieuwe B747-800 (zie figuur 9) springt het meest in het oog bij de vleugel. De eerste B747 jumbojet telde in totaal 12 flaps om de start en landings-snelheid laag te houden t.b.v. de vliegveiligheid. Deze 12 flaps waren ook nodig voor een snelle lift-off omdat de startbanen op luchthavens 40 jaar geleden eenvoudigweg nog niet lang genoeg waren voor zo'n enorm groot vliegtuig in die tijd!

De laatste versie van de Boeing 747 telt in plaats van 12 slechts 6



Figuur 9 – de nieuwe Boeing 747-800 met slechts 3 flaps per vleugel.

Boeing Value Engineering

- Multi-functional part - Function integration
- System simplification - Functionality / value analysis
- Monolithic design / Parts count reduction
- Parts specifications / Variation analysis
- Part commonality
- Design for manufacturing / Assembly integration

Figuur 10 – Boeing Value Engineering richtlijnen.

flaps die dezelfde functionaliteit invullen. Een halvering van het aantal flaps, 6 per vliegtuig, 3 per vleugel. Het resultaat is een forse gewichtsbesparing, productievereenvoudiging en besparing op de onderhoudskosten. De reductie in het aantal vleugelkleppen is mogelijk geworden dankzij het toepassen van de nieuwste inzichten op het gebied van aerodynamische vleugelvormen.

Value Engineering voorbeeld op Component niveau

De vermindering van vleugelkleppen op de Boeing 747-800 is een goed voorbeeld hoe dezelfde functionaliteit kan worden bereikt met minder componenten. Als we vervolgens inzoomen op bijvoorbeeld de outboard flaps van datzelfde vliegtuig dan zien we dat binnen dat component het toepassen van Value Engineering de waarde van het component ook flink kan verhogen.

De totale ontwikkeltijd van de B747-800 outboard flaps vergde ongeveer 2,5 jaar. Het eerste jaar werd benut voor het ontwerpen van de flap aandrijving, de aerodynamica, de materiaalselectie en de inwendige architectuur van de flaps. Middels functieana-

lyses en de Boeing Value Engineering richtlijnen (zie figuur 10) keken we kritisch naar elk onderdeel binnen het flap ontwerp. Daarna hebben we alternatieven bedacht waarbij hetzelfde aantal functies werd geïntegreerd in veel minder onderdelen. We reduceerden het aantal onderdelen in de flap van 150 naar ongeveer 80 waardoor het aantal verbindingen in de flap sterk daalde. Door de hogere Integratiegraad van het flapontwerp daalde het gewicht met ongeveer 4% en de aanmaakkosten met ongeveer 12% per flap.

Boeing heeft de productie van de outboard flaps uitbesteed aan de firma Nippi (onderdeel van Kawasaki) in Japan. Het ontwerp van de outboard flaps is uitgevoerd bij Boeing in Everett door een divers team van engineers uit alle uithoeken van de wereld, ondersteund door Japanse manufacturing engineers.

Deze “diversiteit aanpak” beoogt een zo optimaal mogelijk flaps ontwerp als eind resultaat. Boeing heeft een beleid ontwikkeld vanuit de grondgedachte dat team- en cultuur-diversiteit hiertoe bijdraagt.

Boeing omschrijft de voordelen van diversiteit als volgt: *‘The company’s commitment to diversity means providing a work environment for all employees that is welcoming, respectful and engaging with opportunities for personal and professional development. This in turn increases productivity, quality, creativity and innovation.’*

Terugkijkend vanuit eigen waarneming op de spannende ontwikkeltijd van de outboard flap kan ik concluderen dat Boeing’s diversity aanpak daadwerkelijk vruchten afwerpt in de zin van innovatie en kwaliteit. Mijn observatie als voorzitter van het ontwerpteam is dat Value engineering werd ingebracht door de westerse engineers en dat de product kwaliteit werd geborgd door de Japanse engineers.

Werkwijze van het ontwikkelen van de outboard flap

Door de flap in functionele zones in te delen was er een overzichtelijke werkverdeling binnen het team. Elke dag kwam het multiculturele ontwikkelteam bij elkaar om ontwerpverbeteringen te bespreken en om na te gaan of alle functionele eisen zo optimaal mogelijk werden ingebed in integrale oplossingen. De voertaal in de vliegtuigbouw is Engels. Alle disciplines werden aangehaakt in de dagelijkse conversaties om alle beschikbare kennis maximaal aan te wenden. Opvallend was dat de Japanse engineers bijzonder gefocust zijn op high quality manufacturing. Elk detail werd door hen geoptimaliseerd voor een foutloze productie.

Dankzij het toepassen van Value engineering technieken en het inrichten van een ontwikkelteam met een hoge culturele diversiteit is het gelukt om optimaal functionerende flaps te ontwikkelen welke tegen minimale kosten zijn te produceren. Een groot bijkomend voordeel is dat de aanmaaktijd van de flaps flink is verkort t.o.v. de oorspronkelijke planning en daardoor konden de flaps (zie figuur 11) ruimschoots binnen de gestelde termijn geleverd worden.



Figuur 11 – De middels Value engineering geoptimaliseerde outboard flaps.

Referenties en interessante bronnen

- Lawrence D. Miles Foundation www.valuefoundation.org
- *'A systems Engineering Approach to Aircraft Design'*, Mohammad H. Sadraey, ISBN: 978-1-119-95340-1, October 2012.
- Bundel *'The Organised Search for Value'*, L.W. Crum, ISBN-13: 9780582410381. ■

KODOS

FINANCIËLE PROJECTBEHEERSING IN DE GEBOUWDE OMGEVING



M.J.M. HEENEMAN MSC RE
ADVISEUR BIJ KODOS B.V.

HET RAMEN VAN HONDERDEN KILOMETERS WATERKERING

KOSTEN VAN WATERKERINGEN

Inleiding

KosWat is software voor het maken van KOSTeninschattingen voor het versterken van WATERkeringen. De output van dit instrument zijn kostenramingen. KosWat is ontwikkeld door Deltares in opdracht van het programma Waterveiligheid 21e eeuw (WV21) om de programmabegroting destijds vorm te geven. Deltares is een kennisinstituut dat wereldwijd actief is op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur. Na een eerste aanzet heeft Deltares de KosWat software de afgelopen jaren in opdracht van Rijkswaterstaat doorontwikkeld en is de functionaliteit en de gebruiksvriendelijkheid sterk verbeterd. Nadat de software voor diverse programma's is ingezet maakt het HoogWaterBeschermingsProgramma (HWBP) momenteel gebruik van KosWat. Deltares coördineert hierin het volledige proces: vanaf het eerste gebruik van KosWat tot aan de oplevering van de programmabegroting met behulp van Koswat aan het programmabureau.

Het programmabureau van het HWBP is een uitvoeringsorganisatie die bestaat uit de Waterschappen in Nederland en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De resultaten uit KosWat worden via een stuurgroep gecommuniceerd naar de minister van I&M en vervolgens gebruikt als budgetindicatie voor de projecten. Het programmabureau verzorgt de toetsrondes van de primaire waterkeringen in Nederland en het tot uitvoer brengen van de dijkverwaringsprojecten ter plaatse van de afgekeurde dijksecties. Kodos B.V. heeft in samenwerking met Deltares de validatie van KosWat, het opstellen van de programmabegroting en het

Summary In the Netherlands every six years the flood protection programme identifies the primary dikes that do not comply with the required standards and must be strengthened in order to adequately protect the population and the economy behind these barriers. In order to help determining the budget for this enormous programme, the software KosWat has been developed. The output of KosWat is a detailed cost estimate based on a KosWat proposed strengthening solution. To achieve this output KosWat uses cost information and geographical-, geological and hydraulic data. When using KosWat all separate cost estimates supplied to the flood protection programme's office are uniformed, so based on the same principles, solutions, unit prices and policies (simple and effective). Consequently the different estimates can be compared to each other directly. By using KosWat software, the flood protection programme's office has a powerful tool to reduce the size of its budget and to make its programme significantly more manageable.

uitdragen van KosWat bij de Waterschappen voor haar rekening genomen.

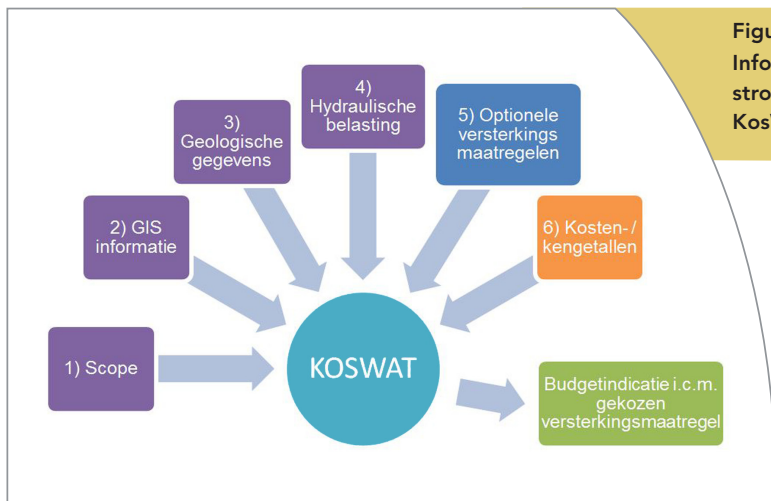
Begrotingsproces

Het HWBP is een programma waarin iedere zes jaar de primaire waterkeringen worden getoetst aan de wettelijke normen. Op basis van deze toetsrondes wordt de dijkversterkingsopgave per programma afgebakend. Zo bevat het jongste programma circa 750 kilometer aan primaire waterkering en 274 waterkerende kunstwerken die versterkt moeten worden. Alle Waterschappen in Nederland zijn betrokken bij het toetsproces van de waterkeringen en indien er dijksegmenten in haar areaal zijn afgekeurd,

ook bij het uitvoeren van de maatregelen in samenwerking met Rijkswaterstaat.

Het complete programma wordt geraamd in overleg met de Waterschappen. De Waterschappen toetsen de input voor KosWat of leveren de benodigde informatie voor KosWat aan en krijgen daar een raming voor terug. Deze informatie bestaat bijvoorbeeld uit de dimensies van het huidige dijkprofiel. Aangezien de Waterschappen de waterkeringen in beheer hebben kennen zij hun areaal het beste. De kostenraming uit KosWat dient enerzijds als indicatie voor het te reserveren budget voor het programmabureau en anderzijds als financieel stramen of handvat voor het Waterschap.

Door het gebruik van KosWat hoeft een Waterschap dus geen raming in de voorfase



Figuur 1 - Informatiestromen KosWat.

meer op te stellen. Voor het programmabureau betekent het gebruik van KosWat dat alle aangeleverde deelramingen voor het programma gebaseerd zijn op dezelfde uitgangspunten, oplossingsrichtingen, eenheidsprijzen en beleid (sober en doelmatig) en daarmee onderling vergelijkbaar. De programmaraming wordt door het gebruik van KosWat in feite genormaliseerd. Door de uniforme berekeningsmethodiek is de scope eigenlijk het enige waar nog discussie over kan bestaan. Het programmabureau heeft daarom met KosWat een krachtig instrument in handen om de bandbreedte van de programmabegroting fors te verkleinen en daarmee de beheersbaarheid van het programma te vergroten.

Het oplossingsvermogen van KosWat

KosWat genereert op basis van een geschematiseerde nulsituatie en een scenario van waterstandstijging, een logische oplossing voor de versterking van de waterkering. Hierbij houdt KosWat rekening met omgevingsfactoren, die als GIS-data worden ingelezen. Na het kiezen van de versterkingsoplossing door KosWat is bekend welke werkzaamheden in het projectgebied verricht moeten worden om te voldoen aan de (ontwerp) hydraulische belastingniveaus. KosWat genereert een dwarsprofiel van de huidige situatie en van de toekomstige situatie.

Omdat de werkzaamheden, en daarmee de hoeveelheden, bekend zijn en de kosteninformatie tevens input is maakt KosWat meteen een raming van de ontwerpsituatie. Om tot deze rekenom te komen heeft KosWat veel informatie nodig (zie figuur 1) die door de software op basis van een aantal uitgangspunten met elkaar verenigd wordt.

1. Scope voor de berekening met KosWat

Om tot een goede kostenraming te komen moet de scope van het project helder zijn. Het programmabureau definieert de scope voor de versterkingsopgave op basis van de door de beheerders aangeleverde toetsresultaten. Vervolgens wordt de beheerders gevraagd de geodata (o.a. hoogtemetingen) en de huidige dimensies van de dijken te leveren. Deltares zet deze aangeleverde informatie om in een leesbare invoer voor KosWat.

2. Kaarten en geografische informatie uit GIS

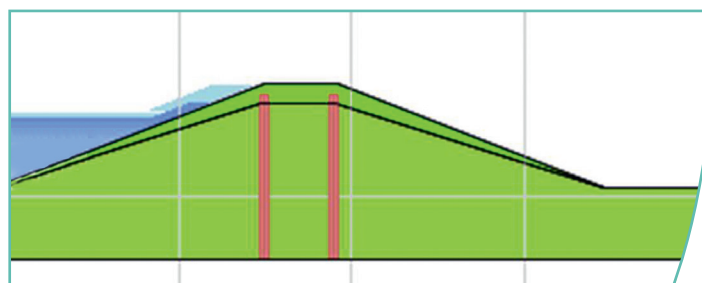
Met behulp van GIS wordt omgevingsinformatie toegevoegd aan KosWat. Bebouwing, (spoor)wegen en water worden betrokken in de berekening. Voor alle dijksegmenten in KosWat wordt deze geografische informatie ingelezen tot vijftig meter aan weerszijden van de kruin van de waterkering. KosWat houdt rekening met deze gegevens en selecteert, op basis van de beschikbare ruimte per dijksegment, een passende versterkingsmaatregel.

3. Geologische gegevens over de ondergrond van het projectgebied

Geologische of ondergrondinformatie wordt aan KosWat toegevoegd met behulp van de Dijk Analyse Module (DAM). Deze module berekent de pipingfactor, de stabiliteitsfactor en op probabilistische wijze de ondergrond van een dijksegment. Deze parameters worden gebruikt om de dimensies van een versterkingsmaatregel in grond te bepalen.



Figuur 2 – Schematische weergave van een maatregel in grond in KosWat. De te nemen maatregel als gevolg van de toegenomen hydraulische belasting is donkergroen gekleurd (in dit geval verhogen kruin en verflauwen binnentalud).



Figuur 3 – Schematische weergave van een constructieve maatregel in KosWat. De te nemen maatregel als gevolg van de toegenomen hydraulische belasting bestaat in dit geval uit een verhoging van de kruin in combinatie met het toepassen van een kistdam.

4. Hydraulische belasting

Als de dwarsprofielen, beschikbare ruimte en geologische gegevens bekend zijn moet de hydraulische belasting aan de rekenom worden toegevoegd. Afhankelijk van een aantal variabelen, zoals aannamen in zeespiegelstijging in de ontwerphorizon, wordt gekozen voor een hydraulisch belastingniveau. Deze belasting is opgedeeld in een toename in waterstand en een toename in golfoploop.

5. Versterkingsmaatregelen

Op basis van de faalmechanismen uit de toetsresultaten en de bestaande situatie gecombineerd met de hydraulische belasting en de ondergrondgegevens bepaalt KosWat de benodigde versterkingsmaatregel per dijksegment. Vervolgens kijkt KosWat of de beschikbare ruimte voor deze maatregel toereikend is. Als dit niet het geval is wordt automatisch een alternatief berekend. Dit betekent dus dat de gebruiker voor de raming zelf niets hoeft te ontwerpen, tenzij er aanpassingen moeten worden verricht op het voorstel van KosWat. De volgende oplossingsrichtingen zijn

in KosWat ingevoerd en worden afgewogen:

- Maatregelen in grond: verhogen kruinhoogte waterkering, verhogen kruinhoogte en verlengen pipingberm, verhogen kruinhoogte en verflauwen binnentalud of een combinatie.
- Maatregelen constructief: damwand in dijkteen, damwand in dijklichaam en een kistdam in het dijklichaam.

6. Kosten- en kengetallen

KosWat kan de benodigde hoeveelheden berekenen door de huidige en de ontwerpsituatie met elkaar te vergelijken. Zo worden bijvoorbeeld de hoeveelheid grondverzet, de benodigde tonnen staal, de kubieke meters beton voor de constructieve maatregelen en de vierkante meters aan te kopen grond uitgerekend. Al deze hoeveelheden worden gekoppeld aan eenheidsprijzen en diverse opslagfactoren. Het resultaat is per dijkssegment een deterministische kostenraming op basis van de Standaard Systematiek Kostenramingen (SSK). Al deze segmenten kunnen worden gesommeerd tot op dijkkring-, beheerder- en tenslotte programma-niveau. Om de totale investeringskosten van het programma compleet te krijgen moeten de kunstwerken en de dijkbekledingen worden toegevoegd aan de KosWat resultaten. Dit gebeurt momenteel met losse rekenmodules.

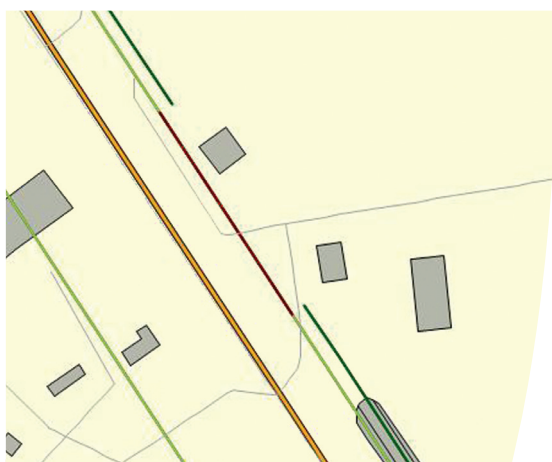
Resultaten en ervaringen

Na de validatie van KosWat op basis van projecten in uitvoering of reeds uitgevoerde projecten is de conclusie dat de kostenraming die KosWat genereert, als budgetindicatie heel goed bruikbaar is. Dit geldt zeker als de resultaten op programma-niveau geïnterpreteerd worden: de afwijkingen van de deelprojecten vallen tegen elkaar weg. Kijkt men per segment dan moeten deze deterministische resultaten uiteraard met een bandbreedte gelezen worden.

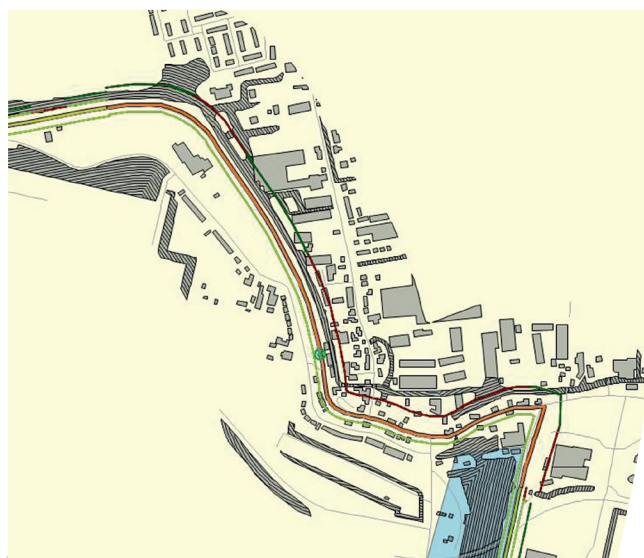
De kracht van KosWat is dat in een relatief korte tijd de kosten

van honderden kilometers waterkering geraamd kunnen worden. Aanpassingen aan de parameters, zoals bijvoorbeeld de hydraulische belasting, kan in een oogwenk waardoor snel de gevoeligheid van verschillende parameters kan worden ingeschat. De invloed hiervan op de oplossingen en de kostenraming wordt met één druk op de knop zichtbaar. Op deze manier is een gevoeligheidsanalyse van de verschillende parameters zo gemaakt en dat betekent dat zeer gericht de focus kan worden gelegd bij het scherp krijgen van de meest invloedrijke parameters.

De reacties vanuit de Waterschappen op KosWat zijn zeer positief geweest. KosWat wordt ervaren als een efficiënt instrument. Met name de visualisaties zijn erg praktisch. De herkenbaarheid bij de beheerders bij de door KosWat ontwikkelende oplossingen en bijbehorende kengetallen per kilometer waterkering is groot. Het is de bedoeling dat in de nabije toekomst de functionaliteit van KosWat verder verbeterd wordt zodat de Waterschappen zelf met KosWat kunnen gaan werken. Zo moet de software onder andere de Waterschappen tijdens de gehele verkenningsfase kunnen ondersteunen. Dit betekent dat KosWat geschikt moet worden gemaakt voor het doorrekenen van verschillende alternatieven en niet enkel de resultaten levert van het voorkeursalternatief op basis van de geprogrammeerde verdringsreeks. KosWat is te downloaden via de website van de helpdesk water (www.helpdeskwater.nl) na het invullen van het meldingsformulier en is vrij toegankelijk. ■



Figuur 4 – Schematische weergave van de oplossingen die KosWat hanteert. Te zien is dat voor een oplossing in grond is gekozen (groene lijnen). Ter plaatse van de bebouwing blijkt dit in verband met het ruimtegebruik niet mogelijk en is gerekend met de toepassing van een kistdam (rode lijn).



Figuur 5 – Overzichtskaart in KosWat. Op basis van deze kaart kan men snel een 'gevoel' krijgen bij de prijs per kilometer die KosWat genereert. De hoogte van de investeringskosten per dijkssegment wordt namelijk indicatief aangegeven met groen, oranje of rood afhankelijk van de prijs per kilometer. Ook is snel zichtbaar met behulp van de GIS lagen bebouwing, (spoor)wegen en water of de oplossing die KosWat voorstelt een logische is.



EM. PROF. IR DRS
HAN VRIJLING
HORVAT & PARTNERS,
TU DELFT



IR ROB THEUNISSEN
HORVAT & PARTNERS

IS PROBABILISTISCH RAMEN EEN WETENSCHAP?

Summary The history of probabilistic cost estimating in the Netherlands is briefly described. At first only normal events were modelled probabilistically. This could however not explain the frequent average cost overruns and the large variation. To close the gap special events, incidents and accidents, were hypothesised. The introduction of these hypothetical events explained the overrun and the large uncertainty. The analysis of completed projects showed that indeed one to two major accidents or mistakes occur

in most projects. Special events were proven to exist. Other effects like the correlation of normal and special events were proposed too, but their effect seems to be limited. Currently the gap between the probabilistic estimate and the actual costs of the completed project still exists. It is stated that only a scientific approach, that adds clear hypotheses to the estimating model and consequently checks in reality if the model predicts the final costs accurately, will close the gap.

Inleiding

De kostenraming is een model van de werkelijke kosten. En omdat het een model is, een schematisatie van de werkelijkheid, verdient het aanbeveling alle onzekerheden van model en invoer in beschouwing te nemen. Dat is het streven van probabilistisch ramen van de kosten.

Maar voor het predicaat wetenschappelijk moeten de uitkomsten aan de realiteit worden getoetst. De wetenschappelijke verbeteringscyclus bestaat uit de volgende vier stappen:

1. verzamelen van waarnemingsgegevens;
2. het formuleren van een model (hypothese) op grond van de waarnemingen en beschikbare kennis;
3. het doen van voorspellingen voor een nieuw geval;

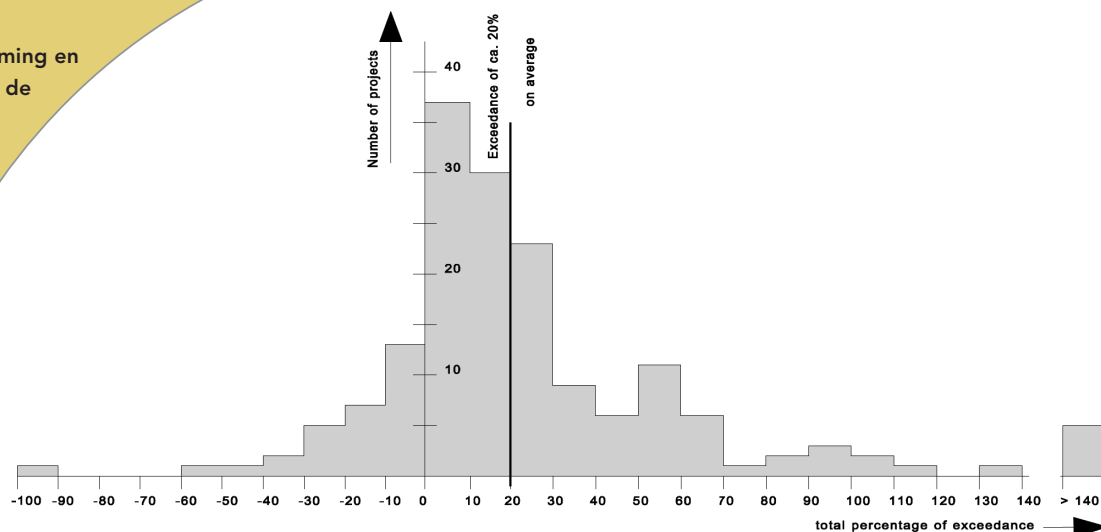
4. het toetsen van de voorspellingen voor dit nieuwe geval aan nieuwe waarnemingen.

In het gunstige geval worden de voorspellingen bevestigd door de nieuwe waarnemingen en is het model correct. Kloppen de voorspellingen niet dan dient het model te worden bijgesteld en start de cyclus opnieuw. In het volgende wordt globaal gekeken of deze cyclus is gevolgd bij het probabilistisch ramen en of hij tot succes leidde.

Raamwerk voor Ramingen

In de tachtiger jaren van de vorige eeuw werd Rijkswaterstaat regelmatig geconfronteerd met enorme stijgingen in de ramingen en de werkelijke kosten van wegenprojecten. Zo is in 1989 de studie “Raamwerk voor Ramingen” gestart om het vermoede

Figuur 1 -
Het verschil tussen raming en
werkelijke kosten van de
wegenprojecten van
1980-1985



den, dat ramingen zelden een goede voorspelling van de werkelijke kosten gaven, te verifiëren. Een analyse van de werkelijke kosten van de wegenprojecten van 1980 tot 1985 leverde het beeld in fig. 1 op.

De gemiddelde overschrijding van de raming was 20%, met een enorme spreiding. Daarna is op grond van ervaring en enige statistiek de tabel opgesteld die de gemiddelde overschrijding in procenten van de raming geeft en de standaardafwijking als bandbreedte. Omdat de enige ingang voor de schatting de projectfase was, zonder acht te slaan op de aard van het werk, werd dit aangeduid als de “black box methode”.

Project-fase	Omschrijving	Verwachtings-waarde van de overschrijding bij oplevering	Standaard afwijking van de overschrijding
D	Planfase	30%	50%
C	Voorlopig ontwerp	20%	30%
B	Definitief ontwerp	10%	10%
A	Bestek	5%	5%

Tabel 1 - Gemiddelde en standaardafwijking van overschrijding van ramingen van de RWS projecten in figuur 1.

ProRail deed een vergelijkbare studie gebaseerd op de gegevens van 20 projecten. Verrassenderwijze waren de resultaten van dit diepgaander onderzoek vergelijkbaar. Alleen de waarde van 2% voor de gemiddelde overschrijding van de “kostprijs” leek onwaarschijnlijk.

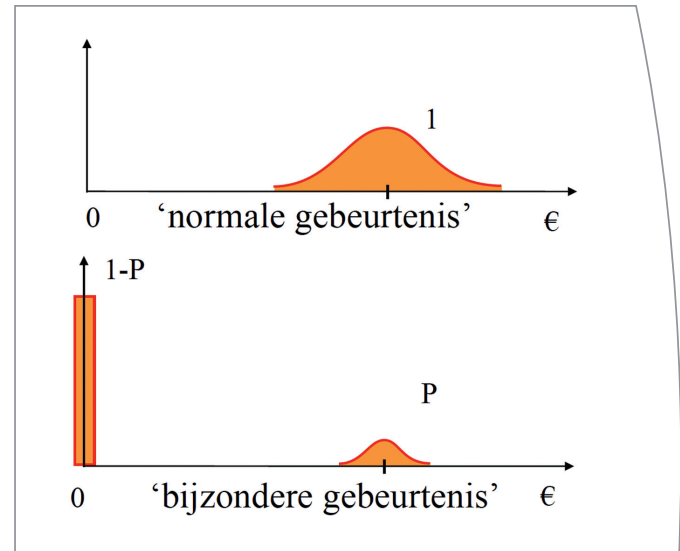
Project-fase	Omschrijving	Verwachtings-waarde	Standaard afwijking
0	Kostindicatie	22%	48%
1	Kostprijs	2%	32%
2	Krediet	7%	20%
3	Uitvoering	-	-
4	Afrekening	0%	0%

Tabel 2 - Gemiddelde en standaardafwijking van overschrijding van ramingen van de onderzochte ProRail projecten.

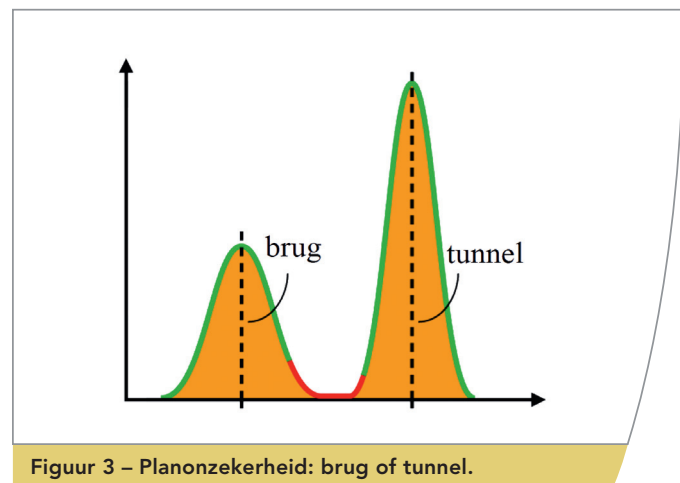
Deze resultaten verdwenen in een bureaulade totdat de toenmalig Directeur Generaal Rijkswaterstaat, dr ir Gerrit Blom, er in 1991 met nadruk weer om vroeg. Vervolgens gaf hij opdracht

PLANONZEKERHEID

Een studie “Tweehonderd jaar ramingen bij Rijkswaterstaat” (1994) wees uit dat dit verschijnsel niet nieuw was. De kostenoverschrijding op projecten in de 19e eeuw was gemiddeld 200%, veroorzaakt door 100% inflatie, 50% technische tegen-



Figuur 2 – Planonzekerheid: normale of bijzondere gebeurtenis.



Figuur 3 – Planonzekerheid: brug of tunnel.

voor het Project “Ramingen Infrastructuur” (PRI, 1992-1995).

Project Ramingen Infrastructuur

In het PRI-project, dat een gezamenlijke onderneming was van Rijkswaterstaat, ProRail en Gemeentewerken Rotterdam, stonden twee zaken centraal: het standaardiseren van de raming, zodat die volledig en overdraagbaar zou zijn, en het bedenken van een probabilistische ramingsmethode om de onzekerheden

vallers en 50% wijzigingen door politieke invloeden. Een sprekend voorbeeld is de uitbreiding van de drooglegging van de Haarlemmermeer met drie fortten zonder aanvullend budget. Verweer was onmogelijk, koning Willem II droeg het zelf op.

in beeld te brengen en te verwerken in de kostenraming. Een eerste resultaat kwam voort uit de hypothese dat PRI zich bezig hield met “projecten in de stabiele fase, waarvan scope en raming bekend waren”. Al snel bleek dat ingrepen van de opdrachtgever regelmatig leidden tot uitbreiding van de scope en daardoor van de raming. Hoewel zo'n ingreep buiten de verantwoordelijkheid van het project viel, was het voor de opdrachtgever wel een realiteit. Daarom werd besloten om mogelijke scope uitbreidingen toch in beeld te brengen. Het begrip ‘plan-onzekerheid’ was geboren.

Bij het ontwikkelen van de probabilistische ramingsmethode, waarbij hoeveelheden en prijzen inclusief onzekerheden werden gemodelleerd (μ, σ , zie fig 2 ‘normale gebeurtenis’) werd snel duidelijk dat de empirisch gevonden gemiddelde overschrijding M en de grote standaardafwijking (Σ) van alle overschrijdingen van budgetten theoretisch niet verklaard konden worden. Het gemiddelde van de raming M is immers de som van de gemiddelden μ en de variatiecoëfficiënt Σ/M is gelijk aan de variatiecoëfficiënt per post (σ/μ) gedeeld door de wortel uit het aantal posten N of $\Sigma/M = \sigma/(\mu\sqrt{N})$. De variatiecoëfficiënt Σ/M van de raming neemt dus betrekkelijk snel af met het aantal posten (mits deze posten onafhankelijk zijn).

De variatiecoëfficiënt werd vergeleken met de ervaring te klein gevonden. Dit leidde tot de gewaagde veronderstelling dat op elk werk een aantal kostenverhogende missers optreden (de ongewenste bijzondere gebeurtenissen (fig 2, ‘bijzondere gebeurtenis’), met een kleine kans p van optreden, maar met een betrekkelijk groot gevolg G). Het probabilistische ramingsmodel in PRI werd daarmee uitgebreid. De probabilistische raming werd daardoor verhoogd met de som van de verwachtingswaarden (of risico's) $p_i G_i$. Die som werd een verklaring van de post Onvoorzien.

Door die toevoeging neemt de standaardafwijking van de raming enorm toe, omdat bijzondere gebeurtenissen een standaardafwijking kennen van $\sqrt{p(1-p)G^2} \sim \sqrt{p}G$, die groter is dan het risico pG . Als we 10 mogelijke missers identificeren met kans 0,1 en gevolg 100 wordt de verwachtingswaarde van het onvoorzien 100 en de standaard afwijking $94,87 \sim 100$. Bij een reservering voor Onvoorzien van de verwachtingswaarde plus één standaard afwijking ($100 + 94,87 = 194,87$) zouden dus het werkelijk optreden van één of twee missers budgettair gedragen kunnen worden. Met 10 bijzondere gebeurtenissen met een kans 0,1 of 20 bijzondere gebeurtenissen met een kans van 0,05, konden de getallen in bovenstaande ‘black box’ tabel (tabel 1) worden onderbouwd. Echter het was indertijd wel gewaagd te veronderstellen dat op elk werk één á twee bijzondere gebeurtenissen zouden optreden.

Gegevens verzamelen en toetsen

Ten einde deze hypothese te toetsen heeft M.Boschloo (1999) in zijn afstudeerwerk 7 tunnels en aquaducten van Rijkswaterstaat technisch en financieel geanalyseerd. Hij toonde aan dat op elk werk een á twee bijzondere gebeurtenissen optraden met een

behoorlijke omvang (3 tot 18% van de totale raming). Lekkage en afschuiving van bouwputten, maar ook ontwerpaanpassingen en versnellingen (soms eufemismen voor scope of plan wijzigingen) kwamen voor. Kortom bijzondere gebeurtenissen komen werkelijk voor!

Het grote voordeel van het opstellen van een lijst met risico's of bijzondere gebeurtenissen is dat er ten eerste gericht gestuurd kan worden en ten tweede dat over een reeks van projecten terugkijkend geleerd kan worden welke risico's frequent optreden. Ook de vraag of het onvoorzien voorzien kan worden, of dat het onvoorzien onvoorzien overheerst, kan worden beantwoord. Een ongedifferentieerde post onvoorzien onvoorzien, die door sommige auteurs wordt voorgesteld, sluit misschien wel het gat tussen raming en werkelijkheid, maar maakt het sturen en het leren van ervaring onmogelijk bij gebrek aan een hypothese. In de literatuur wordt gesteld dat maar 1/3 tot 1/2 van de bijzondere gebeurtenissen wordt voorzien (T. Kremers, 2014). De rest is onvoorzien onvoorzien. Binnen onze ervaring waren alle optredende bijzondere gebeurtenissen voorzien in de risico-analyse, maar had het management er weinig mee gedaan. Dat geldt zowel voor de projecten van aannemers (Vasterd, 2000) als van opdrachtgevers. Het zou zeer interessant zijn een concreet overzicht te krijgen van de onvoorzien onvoorzien gebeurtenissen.

Verdere ontwikkelingen

Immiddels is de PRI systematiek verder ontwikkeld in de SSK aanpak, waarin nieuwe namen zijn gegeven aan de onzekerheden (zie tabel 3). Afgezien van het feit dat het allemaal toekomstonzekerheden zijn, maakt dit weinig verschil.

PRI	SSK
normale gebeurtenis	kennisonzekerheid
bijzondere gebeurtenis	toekomstonzekerheid
planonzekerheid	beslisonzekerheid

Tabel 3 – Gebruikte benaming onzekerheden in PRI en SSK

Belangrijker is dat wij de indruk hebben dat in de SSK aanpak de betrekkelijk grote standaard afwijking van de bijzondere gebeurtenissen vergeten wordt. Dan is de risico reservering (alleen gebaseerd op de som $p_i G_i$) snel veel te klein (van der Meer, 2014). Ook wordt in de praktijk met groot gemak volledige correlatie (statistische afhankelijkheid) van de posten aangenomen, omdat de standaard afwijking van de raming voor het gevoel van de ramer te klein is. We hebben dat zelf ook ervaren toen wij een probabilistische raming maakten voor de voortzetting van de NoordZuidlijn na het Vijzelgracht incident. Alleen door volledige afhankelijkheid aan te nemen resulteerde een bandbreedte die gevoelsmatig voldoende groot was. Bij de NoordZuidlijn is na de herstart één bijzondere gebeurtenis, die voorzien was, opgetreden: het onder luchtdruk ontgraven van Vijzelgracht.

Er zijn verder tot nu toe geen bijzondere gebeurtenissen opgetreden (behoudend enkele kleine lekkages) die niet voorzien waren.

Conclusie

Er gaapt nog steeds een gat tussen zowel de gemiddelde overschrijding als de spreiding van de raming, zoals die berekend wordt en wat de ervaring leert. De bijzondere gebeurtenissen, mits goed geïdentificeerd en gemodelleerd (inclusief standaard afwijking $\sim \sqrt{p} G$), vullen dat gat voor een deel. Het is ook zaak, zo leert de ervaring, de beslis- of planonzekerheid (fig. 3) mee te nemen in de risicolijsten. Als in de ontwerpfase wordt gekozen voor de goedkope oplossing (bijv. de brug), terwijl de duurdere (bijv. de tunnel) veel aantrekkelijker is, moet men dit opnemen als planonzekerheid met een grote kans op de brug en een kleine op de tunnel, ook al valt de keuze buiten de projectverantwoordelijkheid.

Ook de aanbestedingsonzekerheid kan als een onzekere factor (gemiddeld over de conjunctuurcyclus 1,0 met een standaard afwijking 0,1) worden toegevoegd, hetgeen niet altijd gebeurt.

Dan resteert de afhankelijkheid van posten, veroorzaakt door techniek, economie of recht. Voorbeelden zijn respectievelijk:

– Techniek: als de wegbelijning breder wordt moeten alle wegen worden verbreed,

– Economie: alle posten bevatten loon, dus als de lonen stijgen stijgen alle posten,

– Recht: als één aanwonende gelijk krijgt, krijgen alle gelijkberechtigden ook gelijk.

Dit is theoretisch bestudeerd en lijkt niet veel invloed te hebben (alleen op de spreiding), maar wellicht geeft de empirische analyse van voltooide projecten een beter inzicht.

Ook de afhankelijkheid van bijzondere gebeurtenissen door slecht management is theoretisch onderzocht (Khadar Hassan, 2014), maar ook dit geeft alleen een toename van de spreiding en geen toename van het gemiddelde van de raming.

Zelf hebben wij het gevoel dat wij nog iets over het hoofd zien. De stijging van de kosten in projecten is zo persistent en overtreft

vaker de probabilistische raming (of preciezer het probabilistisch bepaalde budget) dan de kansrekening voorspelt, dat er iets in de theorie ontbreekt.

Een mogelijkheid is dat men bij normale gebeurtenissen, als het meevalt, toch altijd het gemiddelde uitgeeft. Terwijl men als het tegenvalt, altijd het hogere bedrag claimt. De vereffening van mee- en tegenvallers, waar het probabilistisch ramen bij het optellen van de standaardafwijkingen van onafhankelijke normale gebeurtenissen van uitgaat, treedt dan niet op.

Om te ontdekken waar het verschil zit tussen ramingsmodel en de werkelijke kosten, moeten heldere hypothesen worden geformuleerd. Met die hypothesen moeten de kosten worden voorspeld (geraamd) en vervolgens getoetst aan waarnemingen van de werkelijkheid. De vierde stap van de wetenschappelijke cyclus, dat is de enige weg. En daarmee wordt probabilistisch ramen een wetenschap.

Literatuur

– Alex van Hezik, *200 jaar ramingen bij Rijkswaterstaat*, Rijkswaterstaat, 1994.

– Han Vrijling, Voorzien, *Onvoorzien of Onzeker*, PAO-cursus, 1995.

– Daphne Chouchena, *Onderzoek naar de ontwikkeling in de verwachte kosten en onzekerheden van civieltechnische projecten*, TU Delft, 1997.

– Meint Boschloo, *Evaluatie van ramingsstijgingen bij tunnels en aquaducten*, TU Delft, 1999.

– Jelle Vastert, *Probabilistische kostenramingen*, TU Delft, 2003

– *Standardsystematiek voor kostenramingen-SSK 2010*, CROW, 2010.

– Joep van der Meer, *Kwantificeren van onzekerheden en risico's bij infrastructuur projecten*, Cost and Value, april 2014

– Tom Kremers, *Het zekere voor het onzekere*, Cost and Value, oktober 2014.

– Khadar Hassan, *Probabilistic risk analysis: Causes of discrepancy between the potentiality & the actuality of costs escalation*, TU Delft, 2014. ■

AGENDA DACE

info: www.dace.nl

Contactbijeenkomsten

19 maart

4 juni

Opleidingen 10 + 11, 17 + 18, 24 + 25 maart

27 en 28 maart

Congressen

6 t/m 8 maart

26 maart

9 t/m 12 juni

SIG GWW

SIG PA

**DACE Basisopleiding Value Management
Essenties van Project Cost Control**

Cost Engineering Event 2015

[www.costengineering.eu/event/
cost-engineering-event-2015](http://www.costengineering.eu/event/cost-engineering-event-2015)

NVBK Algemene Ledenvergadering: info@nvbk.nl

**ICEAA Professional Development & Training
Workshop in San Diego (USA)**

Challenge Yourself at Fluor

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



FLUOR[®]