

# COST and VALUE

VAKBLAD VOOR COST AND VALUE ENGINEERS

JAARGANG 5 – NUMMER 9 – APRIL 2016

JOURNAL FOR COST AND VALUE ENGINEERS

YEAR 5 – NUMBER 9 – APRIL 2016

MET O.A.

OPPORTUNITY FRAMING  
FOR INFRASTRUCTURE PROJECTS

WAT IS HET WAARD?

COST ESTIMATING IN THE PROCESS INDUSTRY

ASSESSING RELATIONAL CAPABILITY IN PROJECTS

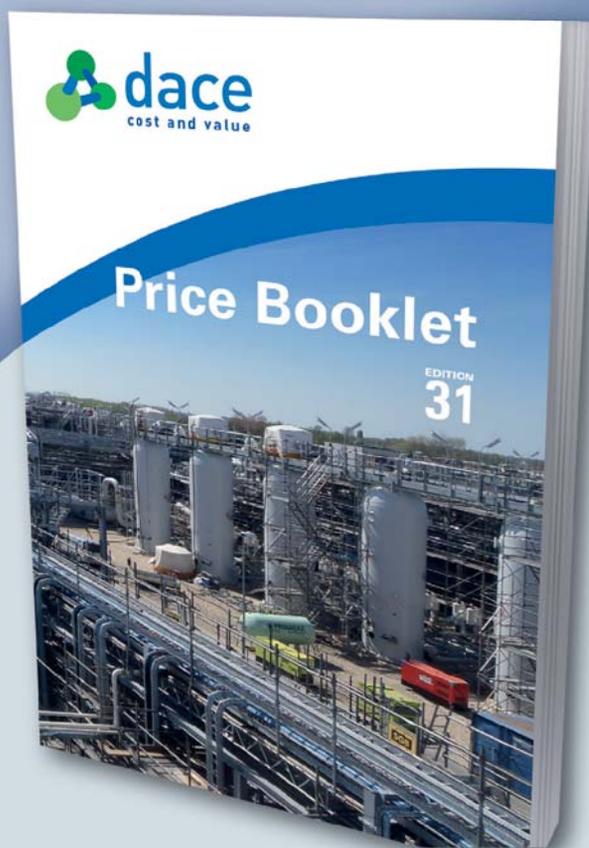
DUURZAAMHEID KWANTITATIEF OBJECTIVEREN  
HEEFT DE TOEKOMST



**SUNK COST AND ECONOMIC LIFE OF AN ASSET**

# Nieuw

## DACE Price Booklet 31ste editie



**Ga voor meer informatie  
of uw bestelling naar  
[www.bimmedia.nl/prijzenboekje](http://www.bimmedia.nl/prijzenboekje),  
[www.dacepricebooklet.com](http://www.dacepricebooklet.com)  
of bel 070 304 66 77**



### 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

U vindt in DACE Price Booklet in combinatie met de website [www.dacepricebooklet.com](http://www.dacepricebooklet.com) richtprijzen van vrijwel elk onderdeel van industriële procesinstallaties.

Alle informatie in de nieuwe Engelstalige editie is volledig geactualiseerd. De online versie van DACE Price Booklet is toegankelijk via uw PC, tablet en smartphone.

Het DACE Prijzenboekje 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.



# VAN DE REDACTIE

**M**et 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!

Intussentijd 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

**NOG OUDE KOPIJ**



## 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
- Kostenbewakingsysteem (Jura) – projectinvloeden doorrekenen - kosten beheersen
- Second opinion



[royalhaskoningdhv.com](http://royalhaskoningdhv.com)

## COSTandVALUE – jaargang 5 – nummer 9 – april 2016

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



EEN UITGAVE VAN  
**Uitgeverij Educom 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. 10 COSTandVALUE: 30 mei 2016

### 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

'Fish migration river through the Afsluitdijk', zie het artikel 'Opportunity framing for infrastructure projects'.

### HOOFDSPONSORS



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

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

### SUB-SPONSORS



**Ibis bv**  
Overgoo 5 - 2266 JZ Leidschendam  
Tel. 070-3015321  
www.ibis.nl



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

## OPPORTUNITY FRAMING FOR INFRASTRUCTURE PROJECTS 8

## EEN VISIE OP WAARDE BINNEN DE TAXATIEWERELD WAT IS HET WAARD? 12

## COST ESTIMATING IN THE PROCESS INDUSTRY 15

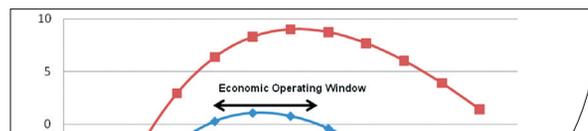
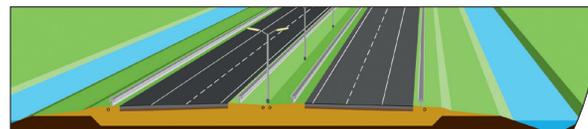
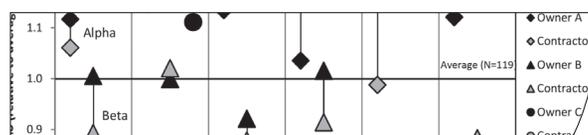
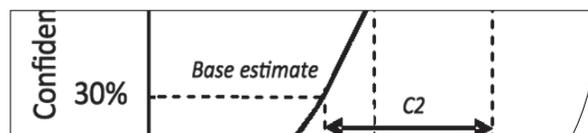
## ASSESSING RELATIONAL CAPABILITY IN PROJECTS 20

## DUURZAAMHEID KWANTITATIEF OBJECTIVEREN HEeft DE TOEKOMST 25

## SUNK COST AND ECONOMIC LIFE OF AN ASSET 31



	Directe opbrengstwaarde	Indirecte opbrengstwaarde	Vervangingswaarde
Benadering	Top down	Bottom up	
Methodieken	Comparatieve/inkomsten benadering Huurwaardekapitalisatie/DCF	Inkomstenbenadering DCF	Kostenbenadering Vervangingswaarde



## 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 (INCOSSE)
- 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)

**'Sell it to the Board and you'll get your bonus!'**

# PARAMETRISCH RAMEN LEVERT TAL VAN VOORDELEN OP

De derde contactbijeenkomst van DACE in 2015 werd verzorgd door Special Interest Group Parametrische Analyse (SIG PA). Op 24 september stond 'Parametrisch ramen in de praktijk' centraal. Een parametrische analyse levert een snelle raming in een vroege, voorfase van het project, dus op het moment dat gedetailleerde gegevens nog niet beschikbaar zijn. Aan de hand van een statistische relatie tussen kostengegevens van eerdere projecten (historische data) en één of meer fysieke grootheden ontstaat op wiskundige basis een Cost Estimating Relationship (CER). Deze kan ingezet worden bij het begroten van nieuwe projecten. Hoe dat in de praktijk uitpakt, vertelde een drietal sprekers.



PA-specialist René Berghuijs (NCIA) zette in een korte 'opfriscursus' de hoofdzaken nog even neer. "Bij een parametrische analyse ligt de focus op cost drivers, parameters die de kosten direct beïnvloeden. Deze zijn meestal uit

ervaring bekend. Van die cost drivers moeten gegevens beschikbaar zijn om met behulp van een regressieanalyse (Excel) de relatie tussen cost driver en kosten te bepalen. Ik adviseer altijd cost drivers te kiezen waarvan de gegevens in de vroege ontwerp stadia bekend zijn (performance requirements). PA vereist dan ook discipline in het verzamelen en analyseren van gegevens van uitgevoerde projecten. In minder tijd en met minder inspanning kunnen dan nieuwe of aangepaste ramingen gemaakt worden. De geloofwaardigheid is gebaseerd op gegevens van uitgevoerde projecten en statistische testen. Parametrische analyse hoort naar mijn mening thuis in de toolkit van iedere cost professional. Toch wordt het in ons land nog (te) weinig toegepast. In de USA gaat men er veel gestructureerder mee om."

## **Grip op begrotingen**

De aanleiding voor het toepassen van parametrisch ramen bij Rijkswaterstaat lag volgens Joost de Vries (To Interface) in het feit dat bij aanbestedingen de uitkomsten te ver uit elkaar lagen. "Om daar de vinger achter te krijgen zijn we voor het onderdeel Onderhoud Kunstwerken met PA aan de slag gegaan. Het betrof clusters van 50-350 kunstwerken ondergebracht in 8 contracten (E&C onder UAV-GC).

Viaducten, bruggen, portalen, alles wat langs de rijkswegen staat bevindt zich in onze leefomgeving en kent daardoor veel uiteenlopende cost drivers. Die zijn onder te brengen in twee hoofdgroepen, bouwkosten (schadeherstel) en ver-





keersmaatregelen. Met behulp van PA hebben we daarvoor een CER ontwikkeld. Daarmee konden we de uitkomsten van de aanbestedingen beter beoordelen. Deze kwamen dichterbij de ramingen te liggen. Momenteel bekijken we de toepasbaarheid in andere situaties. Aandachtspunten zijn tijdseffecten op de parameters: veroudering van data en wijzigingen in wet- en regelgeving. Daartoe worden recente datapunten zwaarder meegewogen.”

### **Onverslaanbaar tijdpad**

Joachim Schöffler (4Cost GmbH) benadrukte een ander belangrijk voordeel van PA: transparantie. “Het is de beste optie om als cost engineer waardering en erkenning van het management te verwerven.” In zijn presentatie ‘Parametric Estimating for Machining & Production’ haalde hij de nog steeds actuele woorden van John Ruskin (1819-1900) aan: ‘The law of economics forbids obtaining for little money much value. If you accept the lowest offer, you must include something for the taken risks. And if you do so, then you have also enough money to pay for something better’.

“Met parametrisch ramen kun je aan deze wijsheid invulling geven. PA biedt hoge transparantie en accuraatheid binnen een onverslaanbaar tijdpad. Daarnaast stelt het inkoopafdelingen in staat om te onderhandelen op een innovatief niveau (zelfs met monopolisten). Het management kan beter onderbouwde beslissingen nemen ten aanzien van aanbidding/geen aanbidding, maken of kopen, selectie leveranciers, enz. Parametrische LCC-simulaties kunnen daarbij lange-termijnbeslissing gericht

op TCO ondersteunen. Onjuiste managementbeslissingen inzake out-/insourcing kunnen worden geëlimineerd. Wel zul je data en CER's voortdurend moeten afstemmen op allerlei soorten ontwikkelingen.” Schöffler besloot zijn ‘lofzang’ op PA met de volgende promo: ‘Do it parametric! It works, it's fun and gains a lot of money. Sell it to the Board and you'll get your bonus!’ ■



*'Powerspel nog te veel praktijk'*

# IS CONTRACT SYNONIEM VOOR CONFLICT?

De uitsmijter van de vierde contactbijeenkomst van DACE op 26 november jl. kwam van DACE-voorzitter Robert de Vries. *"In de industrie werken we op basis van de meest conflict inherente contractmodellen. Eigenlijk vertrouwen we elkaar niet."* Binnen die context werd het thema – risico's in contracten – veelzijdig én openhartig aan de orde gesteld. 'Aanemers zijn onbetrouwbaar, opdrachtgevers knippen je uit'. Niet te ontkennen opvattingen, die al eeuwen deel uitmaken van het imago van de (bouw)industrie. Een grote uitdaging dus voor de inleiders om dit 'gevoel' vanuit een meer rationele invalshoek te belichten.

## **Zorg voor balans**

De eerste poging lag op het bordje van Jan-Gerd van Senden van OwlConsultancy. *"Wees realistisch en bepaal samen – opdrachtgever en opdrachtnemer – de contractagenda. Een gedragsverandering vanuit de wetenschap dat de opdrachtgever altijd lijdt, financieel dan wel reputatie. Weet waar je verantwoordelijk voor bent vanuit je rol en leg vast wie wat, waar, wanneer en hoe doet, wat zijn de risico's en hoe kan je die minimaliseren. Alloceer vervolgens de risico's bij de partij die in de positie is om de oorzaak en*

*het effect te beheersen. Het is zaak om dit in een zo vroeg mogelijk stadium te doen. De tenderfase is het moment om risico's weg te nemen. Een dergelijke contractstrategie is de enige weg om de bedreiging van risico's te beheersen. In plaats van afdwingen van onredelijke voorwaarden, streef naar een gezamenlijke aanpak en professioneel risicomangement. Dit is de basis voor vertrouwen en – in het verlengde daarvan – constructief samenwerken op weg naar een succesvol project."*

## **Samen groots bouwen**

Het 'samen werken en doen' kwam nadrukkelijk naar voren in de duopresentatie van Wop Schat (Rijkswaterstaat) en Carlo Kuiper (OpenIJ). Zij gaven een inkkij in de werkwijze bij de nieuwe zeesluis in IJmuiden, een complex en risicovol miljoenenproject: voor welke aanbestedingsstrategie is ge-

kozen en hoe is de risicoallocatie?

*"Belangrijke 'lesson learned' is dat zoveel mogelijk risico's bij marktpartijen neerleggen een riskante, kostbare en relatiebeschadigende weg is", vertelt Schat. "Bij dit DBFM-contract (Design, Build, Finance & Maintain) is de weg ingeslagen van een concurrentiegerichte dialoog met inschrijvers. De vele, uiteenlopende risico's zijn nauwkeurig beschreven. Ook*



<b>Wop Schat</b>	<b>Carlo Kuiper</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Contractmanager</li><li>RWS/GPO</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Project</li><li>OpenIJ (DBFM)</li></ul>
<b>Stakeholders</b>	<b>Stakeholders</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Beheerder</li><li>CNR</li><li>Havenbedrijf Amsterdam</li><li>Gemeente Velsen</li><li>Provincie Noord-Holland</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Aandacht</li><li>Financier</li><li>Advies</li><li>Partne</li></ul>

is vastgelegd wie deze het beste kan dragen. In samenwerking met marktpartijen is bekeken of en hoe risico's verkleind kunnen worden. Daardoor is een substantieel kleiner risico-profiel tot stand gekomen."

"Vanuit opdrachtnemerzijde", vult Kuiper aan, "zijn we veel pro-actiever aan het werk gegaan. Zo is het vooraf bedachte plan van aanpak bijgesteld op basis van de uitgevraagde risico's. Binnen het consortium is specifieke kennis vroegtijdig en gericht gemobiliseerd en zijn vragen verzameld voor de dialoog en de specialistische overleggen met de opdrachtgever. Inherent aan DBFM is dat de opdrachtgever vanuit financiële en juridische kant strak moet sturen op risicobeheersing. Mede daarom zijn beproefde bouwwijzen en -technieken voorgesteld."

Een contract is een overeenkomst tussen twee partijen, waarbij kenmerkend is dat men zich vooraf bindt aan de te leveren prestaties. "Om succes te bereiken kun je niet anders dan samenwerken. Deze gedachte moet als de geest van het contract bij iedereen tussen de oren zitten."

### Wees er vroeg bij

Mocht een project tot geschillen en claims leiden, dan is het meest gehoorde commentaar dat er te lang gewacht is met ingrijpen. "U herkent het vast wel: iedereen zag het aankomen", zegt Bas van Schouwenburg van Conway Advocaten. "Het tweede aspect dat naar voren komt, is dat dossiers bijna nooit op orde zijn. Als vertrekpunt is een volledig beeld van gemaakte afspraken cruciaal. In het geval van een conflict dient elke partij te weten wat zijn positie is, hoe je het probleem oplost en wat het kost." Aan de hand van diverse stappen laat Van Schouwenburg zien hoe juridische ondersteuning een rol kan spelen in het oplossen van conflicten. "Maar het beste is natuurlijk conflicten voorkomen. Dat kan naast gedegen project management ook met preventieve juridische inzet (preventive lawyering). Contractmanagement, legal audits en het vroegtijdig signaleren en beoordelen zijn hierbij geëigende instrumenten. En niet



te vergeten effectieve communicatie, formeel én informeel. Dat is de manier om wantrouwen en negatieve imago's uit de wereld te helpen."

### Ingebakken fouten

Vanuit het perspectief van de contractor haakte Robert de Vries van Stork in op het thema door zijn gehoor een viertal vragen voor te leggen. "Zijn de aannemers met wie u werkt allemaal betrouwbaar? Zijn de klanten voor wie u werkt allemaal rechtvaardig? Zijn de engineers met wie u werkt altijd foutloos? Neemt de kennis van partijen in de industrie af? Naast de organisatorische en juridische kanten van risicobeheersing mogen we deze aspecten naar mijn mening niet onderbelicht laten. Enerzijds is het moeilijk strijden tegen gevestigde denkbeelden, anderzijds moeten we niet weglopen voor feiten, die het leveren van succesvolle projecten in de weg staan. Neem bijvoorbeeld onze contractmodellen: traditioneel, management contractor, consortium, alliantie, etcetera. Zij worden opgesteld vanuit twee werelden: die van de owner en die van de engineer/contractor. De een stuurt op kosten, de ander op winst. Ingebakken fouten, want er is wel één gemeenschappelijk doel, namelijk profit en customer satisfaction. Een onderzoek van de TU Delft naar succesvolle projecten laat zien dat een eerste vereiste samenwerking, teamwork is. Met in het verlengde daarvan afgestemd aanbestedingsgedrag met beloningsaspecten en allocatie van risico's. De contractvorm is bepalend voor het gedrag van partijen. Daarmee kun je dus sturen, ook in de richting van een succesvol project."

Een stelling die genoeg discussie opleverde om een volgende contactbijeenkomst geheel mee te vullen. ■

# OPPORTUNITY FRAMING FOR INFRASTRUCTURE PROJECTS



PROF.DR.IR.  
MARCEL HERTOGH  
TU DELFT  
TRIPLE BRIDGE BV



DR.IR.  
JEROEN RIJKE  
TRIPLE BRIDGE BV



PROF.DR.  
HANS BAKKER  
TU DELFT

## Samenvatting

'Opportunity framing' is een aanpak waarbij de scope van projecten opnieuw wordt gedefinieerd om de kans op projectsucces te vergroten. Deze benadering leidt tot extra maatschappelijke waarde van infrastructuurprojecten. Het is echter niet altijd eenvoudig om opportunity framing toe te passen. Veel voorkomende issues zijn: 1) bij te vroeg aansturen van projecten op specifieke opties worden, mogelijk betere, alternatieven buitengesloten; 2) de windows

of opportunity voor het op effectieve wijze toevoegen van scope aan lopende projecten zijn relatief klein; en 3) leiderschap en gedeeld commitment zijn noodzakelijk om de scope van projecten aan te passen. Om kansen voor extra maatschappelijke waarde te verzilveren met opportunity framing, adviseren we een gebiedsgerichte aanpak die past bij de context van de omgeving. Het is van belang dat die aanpak is gebaseerd op een gedeelde ambitie van de betrokken partijen.

## Introduction

Opportunity framing is a structured approach to understanding and defining opportunities that add societal value to ongoing infrastructure projects. It is the starting point for a robust, decision driven process for the realisation of the opportunity. The essence of opportunity framing is to decide of what the project will be and what not. This primarily implies definition of project goals and boundary setting of project scope. Additionally, it is about adding scope and/or (re)framing the concept of the project. It can also be the application of a new technology, or any new concept to be considered by the client/sponsor, project team or any other stakeholder. An important aspect of opportunity framing is the interaction between stakeholders to secure project success.

Crucial elements of opportunity framing are:

- To define the goal and scope of the project ("Framing").
- To involve stakeholders.
- To define criteria for project success.

- To create value drivers.
- To identify risks: threats, as well as opportunities.
- To redefine the scope of the project based on the above analyses ("Reframing")

Opportunity framing is not easy and added value is not easily achieved. In this paper, we give some practical examples of opportunity framing and describe the challenges that are commonly occurring when the approach is implemented. We draw from practical experiences from the A2 Maastricht highway tunnel project, the fish migration river through the Afsluitdijk, West Coast Mainline railway project in the United Kingdom, flood risk management in Dordrecht and infrastructure projects in the province of Friesland. Based on the experiences from these projects, we provide guidance for overcoming these challenges.

## Implications of opportunity framing

In this section, we use the examples of the Highway A2 through Maastricht and the Fish Migration River through the Afsluitdijk in the Netherlands to illustrate that opportunity framing is being implemented in practice by reframing the project and/or adding scope. Table 1 summarizes the implications of opportunity framing for both projects.

### Case 1: Highway A2 Maastricht

The city of Maastricht is divided by the busy highway A2, characterised by congestion, which also creates unacceptable levels of air pollution. To tackle these problems, several plans have been developed over the last few decades to bring the highway underground at the current location, or even outside the city. However, sufficient support and funding could not be found until the plan was reframed from an infrastructure project into a city development project at the start of the 21st century. By bringing the high-

**Table 1 Implications of opportunity framing for infrastructure projects**

	Highway A2 Maastricht (reframing*)	Fish Migration River Afsluitdijk (adding scope)
Political legitimacy	x	x
Financial feasibility	x	x
Environmental benefits	x	x
Real estate	x	
Additional project risks	x	x

\* In the slipstream of reframing the Highway A2 project, additional elements were added to the original scope.

way underground in a tunnel, new space could be created for real estate, housing and an environmental upgrade of the area. In this plan, that is currently under construction, the city development contributes financially to the infrastructure to make the project feasible. In addition, extra support for the project was generated with designing a major part of the newly created space above the tunnel as a green zone. The project is named after this green zone: the 'green carpet' (Figure 1).

Reframing the project into the 'green carpet' city development project resulted in sufficient political and societal support, a financially feasible project, improvement for the living environment, a better traffic flow, new apartments (1,100) and extra commercial real estate (30,000 m<sup>2</sup>). However, reframing also introduced important threats to the project, such as the technical risks related to the construction of a double deck tunnel, and the financial risks related to the timely sale of the real estate.

### Case 2: Fish migration river Afsluitdijk

(Source: <http://theafsluitdijk.com/projecten/vismigratierivier/>) In preparation of the planning for the strengthening of the Afsluitdijk in the northern part of the Netherlands, the national government, inspired by ideas from the province of Friesland, has been holding the vision that the dam should become an international showcase of hydraulic engineering and a testing ground for innovative ideas. Accordingly, it has challenged companies, knowledge institutes and regional authorities to provide innovative ideas. One of the ideas that was developed by a consortium of regional authorities and non-governmental organisations is the 'fish migration river'. This is an opening in the Afsluitdijk through which migratory fish can swim to reach the IJsselmeer (fresh water) from the Wadden Sea (salt water) and vice versa (Figure 2). It will contribute to ecological restoration by enabling several fish species to reach their breeding grounds that are located in the fresh water systems of the IJsselmeer, the river IJssel and, further upstream, the river Rhine. It is currently being realised as the result of the opportunity that was provided by the reinforcement works that were required to comply with the flood protection standards for the Afsluitdijk.

The construction of the fish migration river will be tuned with the contract for the strengthening of the Afsluitdijk. Adding the fish migration to the scope of the ongoing strengthening project provided several opportunities to the stakeholders involved. Firstly, ecological values could be restored against lower cost (compared to the realisation of the fish migration river as a separate project). Secondly, it is expected to contribute to the iconic character of the Afsluitdijk, which is instrumental to becoming an international showcase. Thirdly, it provides a platform for collaboration between stakeholders with partially conflicting interests in the Afsluitdijk project as a whole, and thus enhances its legitimacy. However, it also introduced new technical and financial project risks to the initial project scope for strengthening the Afsluitdijk.

### Challenge 1: Premature convergence

The above cases illustrate that opportunity framing can result

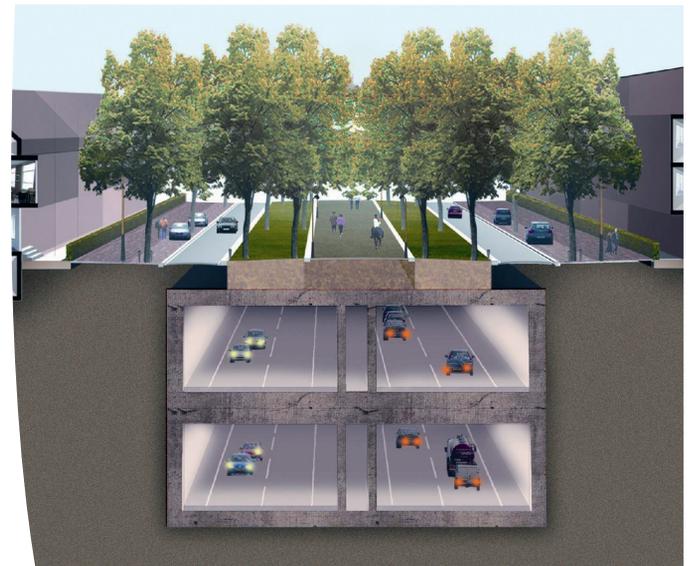


Figure 1 – Highway A2 Maastricht / 'Green carpet'.

Source: [www.a2maastricht.nl/nl/dp/english.aspx](http://www.a2maastricht.nl/nl/dp/english.aspx)

in enrichment of the project.

However, in many situations a solution is chosen early in the process, thereby excluding the many other options present at that point in time. This phenomenon is called 'premature convergence' (Hertogh and Westerveld, 2010). For example, premature convergence occurred in the upgrade of the West Coast Mainline in the United Kingdom, a major railway project that started around 1990 and was delivered in 2008 (total costs €8,3 bn.). Initially, the project delivery organisation (PDO) wanted to use ERTMS (European Rail Traffic Management System). This is a new, unproven signalling system, but was an opportunity for the project in terms of quality and costs. The PDO applied it as a basis for the cost calculations and the passenger train contracts. This was decided too quickly, because the decision was made without sufficient research and there was no Plan B. However, during the project it appeared that the development of this new technology would be too costly and time consuming. Amongst other factors, this brought the project into a crisis, because the project organisation had not considered alternative options beforehand. As a result, it was reframed in 2001 and a more traditional train safety and communication system was chosen.

### Challenge 2: Relatively small windows of opportunity

One way of opportunity framing is adding scope to ongoing projects, as illustrated by the example of the fish migration river Afsluitdijk. As such, it can be applied to achieve a particular strategy in practice against lower costs by using ongoing projects as an opportunity for mobilizing political support and realizing additional goals. For example, on the Island of Dordrecht this approach is being used to implement a flood risk management strategy that comprises of: 1) protection against flooding (traditional flood defence), 2) prevention of damage in case of flooding through spatial measures and building design, and 3) pre-



Figure 2 – Fish migration river through the Afsluitdijk.

Source: <http://theafsluitdijk.com/projecten/vismigratierivier/>

paredness for future flooding through emergency management planning. The regional authorities are currently investigating the feasibility to implement the latter two aspects of the strategy through linking these objectives to ongoing projects, such as road reconstruction of the regional road N3 to realise an evacuation route and the ecological restoration project ‘Nieuwe Dordtse Biesbosch’ to divert floods away from the city centre.

Increasing the scope of the ongoing projects is not free of cost. For example, to convert the regional road N3 into an evacuation route requires elevation of several road segments. To add scope to the road reconstruction project can therefore only work when there are dedicated funding sources for the objectives that are to be included in the original project scope and can provide the means for linking objectives. It appears difficult to actually add scope to ongoing projects, because there is usually relatively much time required for political decision making on the allocation of funding for flood risk management objectives.

### Challenge 3: Leadership and shared commitment required

In contrast to the example from Dordrecht, the case of the fish migration river has shown that relatively short windows of opportunity can also lead to a positive impulse to planning processes as it required timely political investment decisions in order to ensure that the opportunity to realise cost savings for the fish migration river. Although all regional and national stakeholders were either endorsing or applauding the realisation of the fish migration river during its planning and design stage, it remained unclear for a long time who would take the lead in the development process, as no single organisation had the formal responsibility or authority by itself to decide upon the realisation. Additionally, “who is willing to run the marathon?” was a question that was raised during the preparation of the plans, as it would require a significant effort to develop the plans and prepare contract specifications, engage with local communities and institutional stakeholders, arrange financing, make arrangements for maintenance and operation etcetera. With support of the several municipalities, the neighbouring province, several NGOs and the national government, this role was taken up by the province of

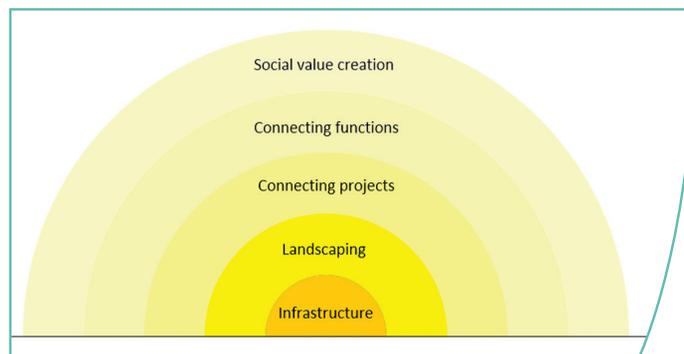


Figure 3 –Value creation by the area-centred approach of the province of Friesland.

Friesland and is facilitated by the programme “Naar een Rijke Waddenzee” (“Towards a Rich Wadden Sea”).

### A way forward: area-centred approach

The examples that are used in this article indicate that the process of opportunity framing starts at the early beginning of projects. However, it is worthwhile to note that it is also beneficial during the following phases, including maintenance and operation. An example of an opportunity during the operation phase is the installation of five tidal turbines in the Eastern Scheldt storm surge barrier to generate clean energy in 2015.

For opportunity framing, interaction between people is a key factor in creating the scope and realising project success. Furthermore, opportunity framing is very dependent on the specific situation: e.g. starting points, ambitions and preferences of stakeholders, characteristics of the environment. Therefore, opportunity framing requires a fit-for-purpose approach.

Infrastructure projects are serving public values and, thus, have the primary purpose to generate user, social and economic benefits, rather than the completion of a physical project as an end in itself. If the success of the outputs depends on operational interfaces as well as physical construction, these must be managed from the outset and integrated into the programme management of the whole project (Hertogh et al, 2008). It depends on the ambition and the characteristics of the project, how far the project organisation can go in broadening the scope. By broadening the scope, there may be a higher likelihood of project success if the project is well managed. However, a broader scope can also make the management of the project more challenging, introducing a threat for project success.

An interesting example is the development of a fit-for-purpose, area-specific approach taken by the Dutch province of Friesland to link infrastructure and area development. Until 2020, the province of Friesland is realising infrastructure projects worth 1.5 billion Euros using a so-called ‘area-centred approach’. The aim of this approach is not only to improve the network of infrastructure projects, but also to give the area a societal ‘plus’. This ‘plus’ can take many forms. It can mean extra nature, a higher bridge for pleasure boating or improving liveability in a declining area.

More conceptually, the following levels are distinguished by the province to create a 'plus' in their infrastructure projects (see Figure 3):

1. The physical construction of the infrastructure, that needs to be executed according to requirements of finance, time and scope.
2. Integration of the infrastructure in the landscape, e.g. through a diversion of the route or noise barriers.
3. Connection with other projects, such as the use of sand from a dredging project for a new highway project.
4. Connection with other functions, such as power supply (solar cells), recreation, land development.
5. Social value creation, such as creating an attractive business environment (employment) and keep areas in the countryside vital; in general focus on economic and social sustainable growth of the whole province.

To realise added value, cooperation between the provincial authority and partners in the region begins at an early stage in the process. These are the parties that can exert real influence on the scope of the projects and the process. Interesting is that the application of the area-centred approach is customised to the characteristics of the projects in which it is applied. The province has learned from previous projects how a 'plus' can be realised, but it has experienced at the same time that every project is unique and requires a specific approach and solutions at the specific levels.

## Conclusion

In order to frame opportunities in line with the characteristics of the project and its context, we recommend an area-centred approach in which the project is considered an integral part of its physical and social context. As such, an infrastructure project does not stand alone, but is considered in combination of opportunities for effective landscaping, creating synergies between various projects (e.g. ground works), connecting functions (e.g. roads with city development), or creating social benefits (e.g. perspectives for economic growth).

## References

- This article is based on and an adaption of the previously published Chapter 6 of Hertogh (2014), see below.
- Hertogh, M.J.C.M., S.K. Baker, P.L. Staal, E. Westerveld (2008), *Management of Large Infrastructure Projects*, NETLIPSE.
  - Hertogh, M.J.C.M. and E. Westerveld (2010), *Playing with Complexity*, Management and organisation of large infrastructure projects, Erasmus University, Rotterdam.
  - Hertogh, M.J.C.M. (2014), *Opportunity framing*, Chapter 6 in Bakker, H.L.M and J.P. de Kleijn, 2014: *Management of engineering projects - People are key*. NAP, Nijkerk. ISBN: 9789081216203. [www.napnetwerk.nl](http://www.napnetwerk.nl).
  - Rijke, J. (2015), *Adaptation mainstreaming for realising urban flood resilience*, JPI Green Blue Cities Meeting, Amsterdam. ■



Kostenraming



Calculeren & begroten



Risicomangement



Budgetbeheer



Informatiemanagement

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

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

[ibis.nl](http://ibis.nl)



**D.G. VAN DER VELDEN MSC**  
RESEARCH CONSULTANT



**DRS. ING. G.M. BOEF**  
REAL ESTATE  
CONSULTANT

## EEN INTRODUCTIE IN DE TAXATIEWERELD

# WAT IS HET WAARD?

### Summary

What is it worth? There is no uniform answer to this question. As a valuer it is therefore important to clearly define and explain every step taken towards the determination of the value. Three important steps can be distinguished. The first step involves the identification of the valuation purpose (e.g. funding, purchasing, insuring etc.)

and the associating basis of value (market value, fair value, business value etc.). Next step is retrieving relevant data and analyzing it. The last step is the actual valuation with a proper methodology, selected in the previous steps. These three steps are key in determining the value of an object.

### Inleiding

Het fenomeen waarde is sinds mensenheugenis onderwerp van discussie. Volgens het Van Dale Groot Woordenboek der Nederlandse taal is waarde de betekenis die iets heeft als bezit of als ruilobject. Om verwarring binnen de taxatiewereld te voorkomen is het van groot belang om aan te geven wat een taxateur onder waarde verstaat. In dit eerste inleidende artikel zal daarom stil gestaan worden bij het concept waarde, om vervolgens aandacht te besteden aan de diverse waardebegrippen, taxatiebenaderingen en methodes die veelvuldig worden gebruikt binnen de wereld van het taxeren. In het volgende nummer van COSTandVALUE zal dit toegelicht worden aan de hand van een praktijkvoorbeeld.

### Essentiële begrippen

Om het taxatieproces goed te begrijpen is het van belang dat een aantal begrippen helder worden gedefinieerd. Hieronder staan de belangrijkste uitgewerkt.

#### Waarde

Met betrekking tot het concept waarde zijn er een aantal begrippen die helder gedefinieerd dienen te worden, te weten; de prijs, kosten, worth en value. De prijs is het feitelijke bedrag dat gevraagd, betaald of geboden wordt voor een object. De transactie is een concrete en niet een theoretische of abstracte werkelijkheid. De prijs is 'waardenvrij'. Kosten zijn uitgaven die voortkomen uit het fabriceren of het verkrijgen van een object.

In tegenstelling tot prijs en kosten wordt waarde gevormd door een mening. Hierbij zijn twee waardeconcepten te onderscheiden. De waarde die een object ontleent aan het bezit ervan (waardoor het te exploiteren of te gebruiken valt en het vruchten afwerpt) beschrijft het concept worth (vaak vermogens- of beleggingswaarde genoemd). Met betrekking tot value staat de waarde die een object ontleent aan de mogelijkheid het te ruilen (lees: verkopen) centraal (vaak aangeduid met de marktwaarde). Het belangrijkste verschil tussen deze twee concepten is dat bij het

worth concept profijtelijkheid (intern gericht) leidend is, terwijl bij het value-concept marktconformiteit (extern gericht) leidend is. In dit artikel beperken wij ons tot het concept value.

#### Taxatie en de taxateur

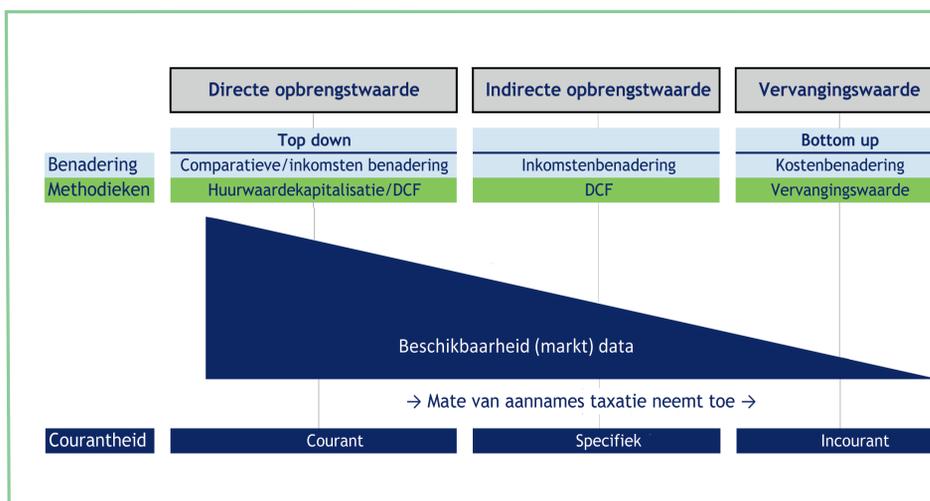
Een taxatie is een schatting van de waarde van een object door een taxateur. Een schatting is een kwantificering onder onzekerheden. Om een taxatie professioneel uit te voeren dient de taxateur onafhankelijk en onpartijdig te zijn. Daarnaast dient de taxateur zich te houden aan regelgeving en taxatiestandaarden. De standaarden moeten zorg dragen voor uniformiteit en kwaliteit van de taxatie.

#### Vastgoed

Wij beperken ons in dit artikel tot het taxeren van vastgoed. Een wettelijke grondslag voor het begrip vastgoed ontbreekt echter. Een korte uiteenzetting van de meest voorkomende juridische terminologie is noodzakelijk om te begrijpen wat hieronder valt. Hoewel wij ons hier beperken tot het taxeren van vastgoed kunnen alle goederen worden getaxeerd. Goederen zijn alle zaken en alle vermogensrechten die overdraagbaar zijn (artikel 3:1, lid 1 BW). Een zaak wordt gedefinieerd als een voor menselijke beheersing vatbaar stoffelijk object. De meest voorkomende vermogensrechten in relatie tot vastgoed zijn eigendom en appartementsrechten alsmede de beperkte rechten (gebruiksrechten) erfpacht en opstal. Daarbij wordt bij zaken onderscheid gemaakt tussen onroerend en roerend. Onroerend zijn de grond alsmede de werken en de gebouwen die duurzaam met de grond verenigd zijn (artikel 3:3, lid 1 BW). Roerend zijn alle overige zaken die niet onroerend zijn. Voorbeelden van onroerende zaken zijn woningen, kantoor- en bedrijfsobjecten, etc., maar ook havenkranen, windturbines en ondergrondse kabelnetwerken.

#### Het taxatieproces

De taxatie gaat van start op het moment dat er vanuit de opdrachtgever een aanvraag is gedaan. Vanaf dat moment doorloopt de taxateur een drietal fases om uiteindelijk te komen tot een gerapporteerde gemotiveerde waarde.



Figuur 1 - Waarderingsmethoden: continuüm tussen opbrengst- en vervangingswaardemethode.

### Fase 2: Gegevensverzameling en analyse

Nadat alle belangrijke uitgangspunten, het object en het doel & waardebegrip zijn geformuleerd kan het daadwerkelijke taxeren beginnen. De eerstvolgende stap is het verzamelen van relevante gegevens (o.a. huurovereenkomsten, sideletters,

kadastrale gegevens, milieuaspecten, exploitatiekosten, staat van onderhoud etc.). Vervolgens wordt een analyse van de optimale aanwending van een object uitgevoerd (de huidige vorm hoeft namelijk niet optimaal te zijn). Hiervoor dient de taxateur marktonderzoek te doen. Het marktonderzoek is ook bepalend voor fase 3, indien blijkt dat er nauwelijks tot geen marktinformatie beschikbaar is (incourant object) zal een andere benadering worden gekozen dan wanneer blijkt dat er (ruim) voldoende informatie beschikbaar is (courant object).

### Courantheid

Op het moment dat de taxateur zich gaat verdiepen in het te taxeren object, stelt hij zich de vraag of het object een vermarktbare (courante) eenheid is. Dit is van belang voor het vervolgtraject van de taxatie. Indien een object incurant is, is er tevens een beperkte markt en is er weinig marktinformatie beschikbaar. Het kan overigens ook voorkomen dat er voor een courant object nauwelijks marktinformatie beschikbaar is. De hoeveelheid marktinformatie heeft invloed op de te kiezen taxatiebenadering en bijbehorende methoden.

### Fase 3: Benadering en methodiek

Om één waarde in te schatten kunnen meerdere benaderingen (inkomsten, kosten of comparatieve benadering) en verschillende methodes (bijv. huurwaardekapitalisatie-, DCF- of vervangingswaardemethodiek) worden gebruikt. In deze fase gaat de taxateur, op basis van de conclusies uit de voorgaande fases, bepalen welke benadering en passende methodiek hij hanteert. Nadat hij deze heeft gekozen kan de waarde worden bepaald. Tot slot wordt de waarde verklaard en gemotiveerd in een taxatierapport.

### Conclusie

Het bepalen van een waarde is een proces dat afhangt van veel factoren. Om het proces transparant te houden is het van belang dat de taxateur van begin tot eind elke stap helder formuleert en

### Fase 1: Taxatiedoel en waardebegrip

Op het moment dat er een taxatieovereenkomst is gesloten is het van belang dat er een aantal zaken duidelijk worden afgestemd tussen de taxateur en de opdrachtgever. Het belangrijkste is het doel van de taxatie. Wat wil de opdrachtgever met de taxatie bereiken? De belangrijkste gangbare doeleinden zijn:

- Aan- en verkoop van vastgoed
- Balansdoeleinden
- Fiscale doeleinden
- Financieringsdoeleinden
- Verzekeringsdoeleinden

Uit het taxatiedoel vloeit een bijbehorend waardebegrip voort. In geval van bijvoorbeeld de aan- of verkoop van vastgoed verschaft de taxatie de opdrachtgever inzicht in de waarde van het object waarop hij een aan-of verkoopbeslissing kan nemen (de ruilmogelijkheden), hieruit volgt dat de marktwaarde bepaald dient te worden (zie voor een overzicht van begrippen het tekstkader). Daarnaast is het belangrijk dat het object eenduidig wordt geïdentificeerd/gedefinieerd. Wat is exact het onderwerp van de taxatie? Wordt er een gedeelte van een vastgoedobject, een groep objecten, een zakelijk recht of exploitatie gebonden vastgoed getaxeerd?

Deze fase wordt beëindigd met het formuleren van uitgangspunten.

Naast de uitgangspunten welke zijn geformuleerd in de definitie van het waardebegrip, kan de taxateur ook zelf uitgangspunten introduceren. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen algemene en bijzondere uitgangspunten. De algemene uitgangspunten zijn veronderstellingen die, zonder onderzoek, voor waar worden gehouden (bijv. er wordt aangenomen dat, zonder bodemonderzoek, de grond niet verontreinigd is). Bijzondere uitgangspunten zijn ficties, waarvan het duidelijk is dat zij duidelijk verschillen van de feitelijke situatie (bijv. er wordt aangenomen dat het pand verhuurd is, terwijl in werkelijkheid het pand leegstaat).

de gebruikte begrippen definieert. Dit artikel geeft de basis weer van de theorie van de taxatieleer. De praktijk kan echter weerbarstig en beduidend minder vanzelfsprekend zijn. Hoe bepaal je bijvoorbeeld de marktwaarde van een tolbrug, een netwerk van datakabels, een olieterminal, een staalfabriek of een snelweg? In het najaarsnummer van Cost & Value 2016 zal de toepassing van de theorie worden behandeld aan de hand van een uitgebreide casus. ■

<sup>1</sup> Arnhem, van C., T.M. Berkhout, G.G.M ten Have (2013), Taxatieleer vastgoed 1. Noordhoff Uitgevers: Groningen/Houten (6e druk).

## Inzendingen

Om de lezer te betrekken, willen we graag een oproep doen om waarderingsvraagstukken in te zenden. Deze zullen we dan (proberen te) beantwoorden en de meest interessante er uit te lichten in de volgende editie. Tevens zullen we dan zelf met een uitgewerkte casus komen die zoveel mogelijk aansluit bij de lezers van het tijdschrift. Mail uw vraag naar [realestate@troostwijk.nl](mailto:realestate@troostwijk.nl).

## Waardebegrippen

**Fair value (reële waarde) IFRS** Het bedrag waarvoor een actief kan worden verhandeld of een verplichting kan worden afgewikkeld tussen ter zake goed geïnformeerde tot een transactie bereid zijnde partijen, die onafhankelijk zijn (in BAW 'marktwaarde' genoemd).

**Bedrijfswaarde** De contante waarde van de aan een actief of samenstel van activa toe te rekenen geschatte toekomstige kasstromen die kunnen worden verkregen met de uitoefening van het bedrijf.

**Opbrengstwaarde** Het bedrag waartegen een actief maximaal kan worden verkocht, onder aftrek van de nog te maken kosten.

**Vervangingswaarde (v.a. 1.1.2016 Actuele kostprijs)** Het bedrag dat nodig zou zijn om in de plaats van een actief dat bij de bedrijfsuitoefening is of wordt gebruikt, verbruikt of voortgebracht, een ander actief te verkrijgen of te vervaardigen dat voor de bedrijfsuitoefening een in economisch opzicht gelijke betekenis heeft.

**Waarde in het Economisch Verkeer (WEV)** De verkoopprijs, waaronder moet worden verstaan de prijs, die bij de aanbidding van de zaak ten verkoop op de meest geschikte wijze na de beste voorbereiding door de meestbiedende gegadigde daarvoor zou zijn besteed.

**Marktwaarde** Het geschatte bedrag waartegen een object zou worden overgedragen op de waardepeildatum tussen een bereid-

willige koper en een bereidwillige verkoper in een zakelijk transactie, na behoorlijke marketing waarbij de partijen kennis van zaken, prudent en niet onder dwang zouden hebben gehandeld.

**Markthuur** Het geschatte bedrag waarvoor een object op de waardepeildatum verhuurd zou worden tussen een bereidwillige verhuurder en een bereidwillige huurder op passende huurvoorwaarden in een marktconforme transactie, na een behoorlijke marketing waarbij de partijen geïnformeerd, zorgvuldig en zonder dwang hebben gehandeld.

**Herbouwwaarde** Het bedrag dat nodig om een opstal in dezelfde staat en op dezelfde plaats te herbouwen.

# TROOSTWIJK

Contra-Expertises | Risicoanalyses | Taxaties | Vastgoedadvies

[www.troostwijk.nl](http://www.troostwijk.nl)



**MAURITS GERVER**  
PROJECTMANAGER  
SHELL

# COST ESTIMATING IN THE PROCESS INDUSTRY

## Voorwoord van de redactie

Dit artikel over 'Cost Estimating' is het tweede van een drieluik over project monitoring en control. In de vorige editie van COSTandVALUE kwam 'Planning en scheduling' aan de orde en in de volgende editie wordt het drieluik afgesloten met het onderwerp 'Cost and Schedule control'. De artikelen zijn gebaseerd op het boek 'Management of Engineering Projects – People are Key' (Bakker & De Kleijn, 2014).

## Introduction

One of the most important elements to control during the life time of a project is cost, starting with providing the right cost estimates. The cost estimate covering the initial capital investment, also called Capital Expenditure (CAPEX), is usually generated at the very beginning of a project, or even before formal project initiation, and is subsequently updated and detailed as the project develops. CAPEX is also referred to as the Total Installed Cost, or Total Capital Investment.

The estimate covering the operational cost, also called Operational Expenditure (OPEX) or Revenue Expenditure, includes all cost incurred during normal operations once the project has been completed. OPEX typically includes the cost of operations, maintenance cost, consumables and cost of sales. Although this article focuses on estimating and controlling the capital investment, the operational cost are also important as they feed into the economics of a project and can be used to make trade-offs during design and procurement on the basis of total lifecycle cost, also referred to as Total Cost of Ownership.

The quality of a capital cost estimate is critical, as it impacts the economics of a project and can determine the investment decision. Since funds and resources are constrained, a company can only invest in a limited number of projects, depending on their business cases. Poor cost estimates can either result in cancellation of economically sound projects, or in wasting money and resources on non profitable projects.

This article explains the different types of estimates and their

specific purposes, followed by describing the main elements of a cost estimate and the commonly applied estimating methodologies.

## Types of cost estimates

There are many different names and classifications of cost estimates, depending on their purpose and required level of detail and accuracy. The accuracy of an estimate depends on the level of project definition and is an indication of the degree to which the final cost outcome for a given project will vary from the estimated cost. Besides the level of project definition, often linked to available design and execution details, the estimate accuracy can depend on a variety of factors like for example applying new technology, project complexity or quality of reference cost data. Although there are many different cost estimate classifications used in the industry, the accuracy ranges and required supporting project definition are comparable. However the end usage of an estimate can vary per stakeholder. An owner's company could use an estimate for project sanctioning, while a construction company uses the same class of estimate to prepare a bid. The table below shows an overview of estimate classes, based on the Generic Cost Estimate Classification Matrix as developed by AACE International (AACE, 2011).

**Table 1. Estimate classes**

Estimate class	Level of project definition deliverables (% of complete definition)	Typical purpose of estimate	Typical accuracy range
Class 5	0% - 2%	Screening or feasibility	>+/-30%
Class 4	1% - 15%	Concept study or feasibility	+/-20%
Class 3	10% - 40%	Budget authorization or control	+/-10%
Class 2	30% - 75%	Control or bid/tender	+/-5%
Class 1	65% - 100%	Check estimate or bid/tender	< +/-5%

## Samenvatting

Dit artikel gaat over het opstellen van kostenramingen, met name in de proces industrie. Allereerst wordt uitgelegd welke typen kostenramingen er zijn en waarvoor ze worden gebruikt. Daarna wordt beschreven uit welke elementen een kostenraming is opgebouwd en welke methodieken er bestaan voor het opstellen er van. Het artikel wordt afgesloten met een korte reflectie op het fit-for-purpose toepassen van de theorie.

It is important to realize that an estimate is never a single number, but it comes with a margin of uncertainty or accuracy. Not seldom are cost estimate numbers treated as firm numbers, while people forget the underlying risks and uncertainties and the resulting accuracy of the numbers.

Each estimate class and its purpose will be explained in more detail.

**Class 5: Screening estimate**

The purpose of a screening estimate, also called a subjective estimate (Lester, 2014), is often to provide a ball-park figure or order of magnitude number being used for strategic business planning, such as ranking of future investments. It enables management to prioritize projects by comparing, amongst other drivers, the economics of each individual project. A screening estimate is usually compiled even before project initiation, or during the first project development phase. The level of project definition and specific project deliverables are limited at this stage, hence the wide accuracy range. Normally a screening estimate can be delivered relatively fast and does not require much effort to deliver.

**Class 4: Concept Study estimate**

The purpose of a concept study estimate can be to determine project feasibility, evaluate different project concepts, or to provide a preliminary budget. At this stage the project premises (e.g. objectives, key assumptions, technical premises, etc) are frozen, concepts have been developed and the first engineering might have been completed to determine the technical design basis. For complex projects it is also common to assess the feasibility of multiple options, supported by multiple cost estimates to enable management to compare the concepts and select the most attractive one. Also a preliminary budget might be required to move to the next project phase.

Since a class 4 estimate is still based on limited information, it

has a fairly wide accuracy range and it requires limited time and effort to deliver it.

**Class 3: Budget estimate**

The purpose of a budget estimate can be to support budget authorization and/or project sanctioning. The estimate is based on typical project deliverables like front-end engineering documentation, a detailed project execution plan and a minimum percentage of firm quotes from vendors and service companies. The estimate has a better accuracy range and can even become the first control estimate against which cost performance of a project is being monitored.

**Class 2: Control estimate**

A control estimate, also called an analytical estimate, provides the baseline for detailed cost control during project implementation. It can also serve as a tender or bid estimate, used to determine contract value. It is the most detailed estimate typically in place at the start of construction and requires rigorous management of change to monitor variations to the budget.

**Class 1: Check or Tender estimate**

Class 1 estimates are generally prepared for discrete parts of the total project rather than for the entire project. The parts of the project estimated at this level of detail will typically be used by (sub)contractors for bids, or by owners for check estimates (bid checks, claims, change orders, etc). In case of project changes, it can also be used to update the control estimate and to establish a new baseline for cost control.

**Cost estimate basis and elements**

The basis of an estimate is often described in a Basis Of Estimate document, stating the purpose of the estimate, project scope, pricing basis, allowances, assumptions, exclusions, cost risk and

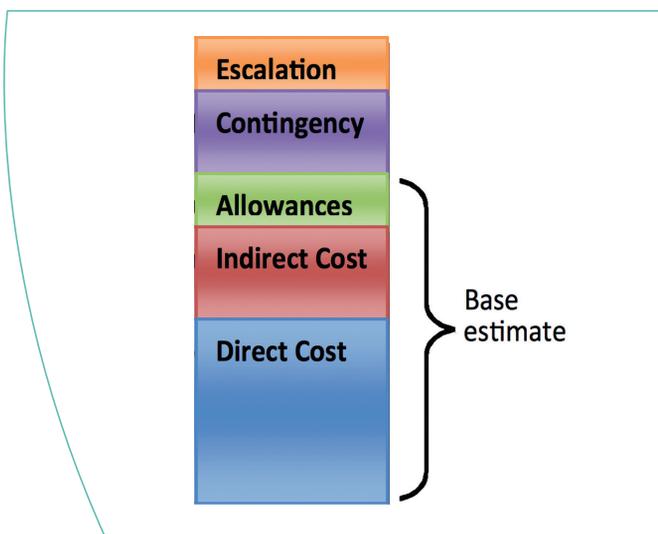


Figure 1– Capital cost estimate.

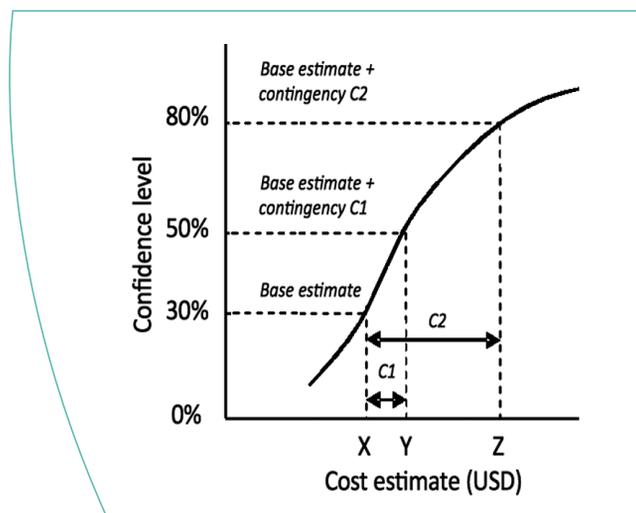


Figure 2 – Estimate probability distribution curve

opportunities. It documents the communication and agreements that have been made between the estimator and other project stakeholders about the cost estimate basis (AACE, 2013).

Building up the estimate requires input from the entire project team and even from outside the project team. All disciplines are involved in defining the scope of work and the cost estimator needs to interface with all of them to get a good understanding of the project. In practice it still happens too often that an estimator develops the estimate in isolation, without pro-actively interfacing with the appropriate stakeholders. This can lead to an incomplete or misunderstood basis of estimate, and ultimately in unpleasant surprises when an estimate is being released.

The next paragraphs explain how an estimate can be structured and which cost elements are typically included.

### *Work Breakdown Structure (WBS)*

As explained in the previous article, a WBS defines the hierarchical decomposition of tasks and subtasks. A high level WBS will be produced at the very beginning of a project and will become more detailed as the project matures. The objective of defining a WBS is to be able to control the project by allocating resources (human, material and financial) and give time constraints to each (sub)task (Lester, 2014). So a WBS provides the structure for both cost allocation and scheduling.

Once a WBS has been drawn up, a bottom-up estimate can be produced by costing the individual work packages at the lowest level and adding them up at the levels above. The result is a Cost Breakdown Structure (CBS). Similarly cost can be allocated top-down, starting at the top level of the WBS. In practice both ways are being applied, also depending on the purpose of the estimate and required accuracy.

Next each individual element of a cost estimate will be explained.

### *Base estimate*

A base estimate, also called point estimate, is typically built up from the activities and deliverables identified in the Work Breakdown Structure (WBS).

The base estimate can be defined as an estimate including allowances, but excluding escalation, foreign currency exchange, contingency and management reserves (AACE, 2014).

A simple break down is shown in figure 1.

The base estimate consists of many different cost elements, depending on the scope of work and type of project. It includes all equipment, materials and labor required to execute the scope of work, also considering the execution approach and schedule. Cost elements to be considered can be split up in direct and indirect cost (Burke, 2003):

**Direct cost.** These are costs that can be directly allocated to a specific scope of work or an activity. For example:

- Equipment and material cost
- Direct labor cost, like scaffolding, welders, fitters etc.
- Direct expenses, such as 3rd party services or sub-contractor fees.
- Cost of project management team, although sometimes treated

as indirect cost, if not possible to allocate to specific scope or activities

**Indirect cost or overhead cost.** These are costs not directly attributable to the completion of an activity, which are typically allocated or spread across all activities on a predetermined basis (AACE, 2014). For example:

- Field in-directs during construction, such as field administration, supervision, capital tools, startup costs, etc.
- Company overhead cost, like senior management, IT, human resource department, finance, etc.
- Training cost, depreciation, insurance, taxes... etc.

The cost elements may be estimated using different estimating techniques depending on the level of scope definition and the size and complexity of the project.

### *Allowances*

As part of the base estimate and on top of the direct and indirect cost, allowances can be added to cover lack of scope detail or the 'known unknowns'. Below are some examples listed that are typically included in estimates as allowances:

- Design allowances for engineered equipment
- Material Take Off allowances, to cover differences between calculated and actual quantities
- Material inefficiencies, cutting and waste allowance
- Rework
- Non-productive construction time (poor productivity)
- Weather conditions.

### *Contingency*

Contingency is added to the cost estimate to cover the uncertainty and variability associated with a cost estimate, and unforeseeable elements of cost within the defined project scope (AACE, 2013). Contingency covers inadequacies in project scope definition, estimating methods, and estimating data. The amount of contingency included in the estimate should be determined, as well as the method used to derive the appropriate amount.

Contingency is typically estimated using statistical analysis or judgment based on past asset or project experience. Contingency usually excludes:

- Major scope changes such as changes in end product specification, capacities, building sizes, and location
- Unforeseen major events such as earthquakes, labor strikes, bankruptcy of suppliers, etc.
- Management reserves (additional budget to be allocated at management's discretion).

A common pitfall is to use contingency to cover significant scope changes, resulting in insufficient contingency to cover remaining project risks.

The amount of contingency to add to the base estimate is usually related to the required confidence level of an estimate. Management can for example determine a certain confidence level required to fund a project or to prepare a bid. Most cost estimates have a P50 confidence level, which means that the amount of

contingency added to the base estimate results in a 50/50 chance to either overrun or underrun the budget.

In case a probabilistic risk analysis technique is applied to the base cost, the probability of achieving a certain point estimate can be determined. A Monte Carlo simulation is the most commonly applied technique to analyze the impact of risks and uncertainties on project cost and schedule, as also explained in the previous article. The simulation not only calculates the probability of achieving a cost estimate, but it also calculates the associated required amount of contingency. It therefore uses a cost estimate without any contingency as a starting point for the simulation (AACE, 2011).

Normally only the high risks are used for the simulation. Each risk is quantified by determining its likelihood of occurring and potential cost impact.

Next a Monte Carlo simulation will generate a great number of iterations, combining many different cost impacts depending on their likelihood of occurring. This results in a probability distribution curve, or s-curve. For each estimate number the associated confidence level can be derived from the probability distribution curve, as shown in figure 2.

The distribution curve shows that there is a probability of 30% to achieve the base estimate (X). By adding contingency C1 to the base estimate, the confidence level of the estimate (Y) increases to 50%, also called the P50 estimate. By adding even more contingency to the base estimate, for example C2, the confidence level increases to 80%, also called a P80 estimate. Sometimes part of the contingency is allocated as a management reserve which is not freely available to the project team, but will be allocated by management.

**Escalation**

Escalation is a provision in costs or prices for uncertain changes

in technical, economic, and market conditions over time (AACE, 2014). It is important to consider this ‘time value of money’, since it can have an impact on purchasing power and earning potential. The two main components of escalation are inflation (or deflation) and market factors. Inflation is the rate at which the general level of prices for goods and services is rising over a certain period of time in an economy. It reflects the future value of money. Market factors reflect future market developments that, for example, can influence equipment and material prices. Now that the estimate classes, structure and main elements have been defined, the most common cost estimating methodologies are described.

**Cost estimating methodologies**

Selecting the appropriate cost estimating methodology starts with determining the required level of accuracy of the estimate. This depends on the purpose of the estimate in a specific project phase and the available level of project definition. In this paragraph four common cost estimating methodologies are described. Depending on the available project definition these methodologies are using a stochastic or deterministic approach (AACE, 2011).

Stochastic methods are often applied during the early project development phases, making use of estimating factors, metrics and models. For example, multiplying a (statistical) factor with equipment cost to calculate the total installed cost of a specific piece of equipment. It can be used for class 3 to 5 estimates, ranging from screening to budget estimates.

Deterministic methods are usually applied at a later stage when more scope detail is available (control or tender estimates). In practice it is possible to end up with a mix of these estimating methodologies in the same estimate, depending on the level of detail available for specific parts of the scope.

Four commonly applied estimating methodologies are shortly explained (Lester, 2014) (Burke, 2003).

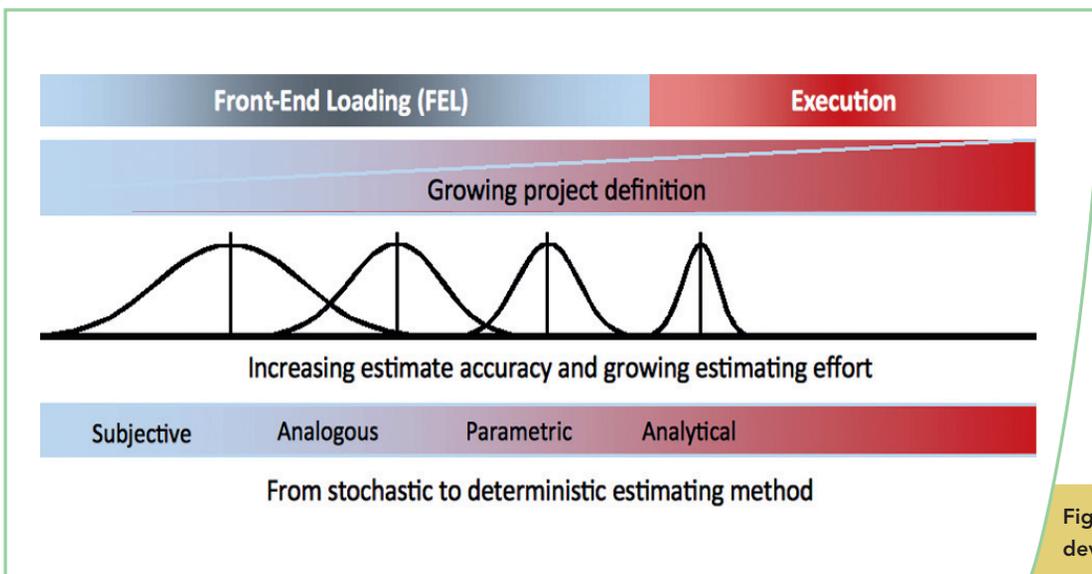


Figure 3 – Estimate accuracy development.

### Subjective

This methodology, sometimes called ‘guestimating’, is applied to provide a ‘ballpark figure’ at the early stages of a project. As there is no detailed information available yet, the accuracy of the estimate strongly depends on the estimator’s experience of similar projects.

As an example a ‘Lang Factor’ can be applied, being the ratio of the total cost of installation, or Total Installed Cost, to the cost of its major technical components. This factor is widely used in the process industry to help estimate the cost of new facilities. A typical Lang Factor for a new chemical unit would be in the range of 3.0 to 5.0. This means that the sum of all major equipment multiplied by a factor 3.0 to 5.0 gives a rough estimate of the total installed cost of the plant, including equipment, materials, construction, and engineering.

### Analogous

The analogous method, or comparative method, is using similar past projects to estimate the cost of a new project. It is applied when there is not sufficient data available to generate a detailed estimate yet, but sufficient technical definition to make adjustments of estimates made for similar projects. It is preferred to use quantifiable changes and apply factors to make the estimate adjustments, for example using scaling factors.

### Parametric

Parametric estimating, also called factoring or component ratio method, is a technique that develops cost estimates based upon the examination and validation of the relationships between a project’s technical, programmatic, and cost characteristics as well as the resources consumed during its development, manufacture, maintenance, and/or modification (ISPA, 2008). These relationships are called Cost Estimating Relationships (CER’s). Parametric models range from simple to very complex, depending on the number of CER’s and the complexity of the used algorithms.

The CER’s can be based upon many different parameters like functional design parameters, quantities of equipment, hardware sizes and weight or operational environment, for example onshore versus offshore.

### Analytical

The analytical method, also called detailed or engineering build-up method, is typically applied to generate the control estimate or a ‘bid’ estimate required by a contractor before submitting a bid. It is the most accurate, deterministic estimating method, and it requires the project to be broken down to the lowest WBS level. For each individual component the material and labor cost are then estimated and the sum of all pieces, including overhead, becomes the project estimate. The analytical method can be time consuming and requires close cooperation between the cost estimator and the engineers that have developed all the details, like part lists, bill of material etc.

Figure 3 illustrates the development of the cost estimate accuracy

and estimating method as the project matures from Front-End-Loading (FEL) to Execution. It also shows that the Subjective and Analogous methodologies are typically applied in the early project phases, while the Parametric and Analytical methodologies are used when there is a better project definition.

### Fit for purpose approach

Fit for purpose project controls means applying the right level of cost and schedule control for a project in each lifecycle phase. For large projects this can even be different for each major WBS element. The level of control depends on the scope of work, associated risk, complexity and also the contracting strategy. Building a multi-billion dollar chemical plant under a joint venture with a consortium of international contractors requires a different level of control than building a small size pedestrian bridge by a local contractor.

Depending on the project phase and the level of project definition, the completeness and accuracy of the estimates varies. Sometimes stakeholders are asking for a very accurate estimate in the early development phases of a project, while the required level of project definition is not available yet. This can result in an extensive exercise, and expenditure, to obtain the necessary detail required to establish the desired level of accuracy. The issue with producing very accurate estimates too early, lies in making too many assumptions and trying to get reliable cost data while there are still a lot of unknowns and uncertainties. A famous one liner applies here: “it is better to be roughly right, than precisely wrong”. So unless there is a clear need for an accurate (deterministic) estimate early in the development, likely related to risk, stakeholders should really focus on the objective of an estimate and which decisions it should support.

### Reference list

- Bakker, 1st edition, NAP, The Netherlands
- AACE, 2011, AACE International Recommended Practice No. 17R-97: Cost Estimate Classification System. AACE International.
- Lester, A, 2014, Project Management, Planning and Control, 6th edition, Elsevier, Oxford, UK.
- AACE, 2013, AACE International Recommended Practice No. 34R-05: Basis of Estimate. AACE International.
- AACE, 2014, AACE International Recommended Practice No. 10S-90: Cost Engineering Terminology, AACE International.
- Burke, R, 2003, Project Management, Planning and Control Techniques, 4th edition, John Wiley & Sons, UK.
- AACE, 2011, Integrated Cost and Schedule Risk Analysis Using Monte Carlo Simulation of a CPM Model. AACE International.
- ISPA, 2008, Parametric Estimating Handbook, 4th edition, International Society of Parametric Analysts. ■



**MOHAMMAD SUPRAPTO,**  
MSc. I M.SUPRAPTO@TUDELFT.NL  
PHD CANDIDATE, TU DELFT

# ASSESSING RELATIONAL CAPABILITY IN PROJECTS

## Samenvatting

Een samenwerkingsverband is cruciaal om de succesvolle uitvoering van projecten te waarborgen. Echter, een echte collaboratieve houding en gedrag blijkt in de praktijk heel moeilijk. Dit artikel presenteert de RELationele CAPability assessment tool (RECAP), die de relationele aspecten en de prestaties binnen de samenwerking eigenaar-aannemer in projecten helpt te beoordelen. Het omvat de vier belangrijkste factoren en twee prestatiecriteria op het gebied van samenwerking, die theoretisch en empirisch ontwikkeld zijn in een aantal studies. Alle factoren en criteria zijn bijeen gebracht in een assessment tool. Hiermee is het voor projectbeoefenaars mogelijk met een eenvoudig en praktisch hulpmiddel specifieke aspecten van de samenwerking te identificeren, te verzamelen en te analyseren met het doel om verbetering tot stand te brengen.

## Introduction

Over the last two decades, project practitioners have increasingly recognized the importance of owner-contractor collaborative relationships in ensuring the successful execution of projects. The efficacy of owner-contractor collaborative relationship on project performance is not a myth as a large body of research has provided unequivocal empirical evidence. Many scholars have studied the practice of collaborative relationship under various terms, e.g. 'relational capability', 'collaborative working relationship', and 'relationship management'. Through a series of studies (Suprpto et al., 2015a; Suprpto et al., 2015b; Suprpto et al., 2015c), it was confirmed that the efficacy of owner-contractor collaboration depends on the extent of both parties' ability at inter-organizational level to establish relational attitudes toward collaboration (joint commitment, mutual trust, and relational norms). Moreover, the results also suggest that the ability to perform better in projects is mediated by teamworking quality consisting of five task-related (communication, coordination, balance contribution, aligned effort, and mutual support) and two behavior-related (cohesion and affective trust) interactional mechanisms between the owner's team and the contractor's team.

However, how to sustain and consistently drive the real collaborative attitudes and behavior for achieving the desired outcomes remains of enduring practical difficulty. This is because a collaborative relationship (including various prescriptions like integrated project team, partnering, and alliance) requires that the people at senior management and project team level of both

parties possess different attitudes and behavior than those in traditional arm's length relationships. It is also important to recognize the dynamic nature of collaborative relationship over the project life cycle. As Hartmann and Bresnen (2011) emphasize that collaborative working is a fluid concept which emerges from individual and organizational interactions. They suggest that the practitioners need to abandon their 'old routines and behavior' (unlearning) besides 'learning new knowledge and adjusting to working processes' (p.12). These learning and unlearning processes are best understood through the practitioners' reflection process. Practitioners deal with situations of uncertainty, instability, exceptionality, and value conflict through reflection-in-action (Schön, 1983). Reflection therefore gives the practitioners ability to recognize the state and source of problems thus help the practitioners in finding the way to improve their working relationship. This implies the need for a means of assessing how well the owner and contractor and the teams are working together and how this changes over time.

This article presents RELational CAPability assessment tool (RECAP) for the project practitioners to identify and improve key specific aspects of their collaboration, so that together they can formulate specific interventions, in a constructive way to improve the ongoing (and potentially future) relationship. The RECAP stems from the earlier performed studies, i.e.: the practitioners' perspectives on the essence of project-based collaboration reported in Suprpto et al. (2015a); and the empirical testing of the predictive model reported in Suprpto et al. (2015b; 2015c).

The aim of this article is twofold: to present and to demonstrate the validity of RECAP for project practitioners in real-life projects. The rest of this article is structured as follows. First, RECAP is presented. Next, the validation results by means of pilot applications are presented. Finally, the overall validity and future applications of RECAP is discussed and concluded.

## Relational capability assessment tool (RECAP)

RECAP was derived from a series of studies aiming to identify ways to improve owner-contractor collaboration in projects. A review of relevant literature identified six general relationship factors: relational attitudes, teamworking, team integration, joint working procedures, owner-contractor capability, and contract functions (Suprpto et al., 2012). Later, in Suprpto et al. (2015a), it was shown that five of the six general factors (exclu-

ding contract functions) were perceived by 30 project practitioners as salient factors for improving owner-contractor collaborative relationships. In the survey study (Suprpto et al., 2015b; 2015c), the general factors were categorized into: i) relational attitudes which include senior management commitment and relational norms; ii) collaborative practices which include team integration and joint working procedures; iii) teamworking quality which consists of inter-team communication, coordination, balanced contribution, aligned effort, mutual support, cohesion, and affective trust; iv) front-end definition; and v) joint teams capabilities which consist of owner's team capability and contractor's team capability. The statistical analysis of a sample of 113 responses provided empirical support for teamworking quality and front-end definition as direct predictors to project performance. The other factors, relational attitudes, collaborative practices, and teams' capabilities were found to be the indirect predictors to project performance through teamworking quality.

Because the purpose of RECAP is to measure relational capability in owner-contractor collaborative relationship and not on the 'individual capability' of each party, the teams' capabilities is excluded in the assessment. The criteria included in RECAP are therefore categorized into 4 relational capability criteria: relational attitudes, and teamworking quality, good collaborative practices, and front-end definition; and 2 performance criteria: project performance and relationship continuity. All criteria are not assessed directly but broken down into sub-criteria (except for the front-end definition and relationship continuity) which are then assessed through 2 to 6 indicators. Overall, RECAP consists of 17 sub-criteria (13 relational sub-criteria and 4 performance sub-criteria) and 72 indicators. All criteria, sub-criteria, and corresponding definitions are listed in table 1.

### Pilot applications of RECAP

Three different projects with different project phases and performance levels were used to demonstrate RECAP:

- Project Alpha is a new product development project of a high-tech company (Owner A). The project took more than 3 years with around 700 FTE. The market in which the Owner A is operating is characterized by low volume and high value with high product complexity and time pressure. For the development of a new product, the owner outsourced one major part to an engineering and manufacturing company (Contractor A). At the time of the interviews, the project was almost completed. Despite the fact that the project was their first experience together, both parties indicated that they have worked collaboratively and have delivered satisfactory results.
- Project Beta is a construction project of a new production unit within an existing oil refinery. The owner (Owner B) is an oil refinery subsidiary of an international oil company in Western Europe and the contractor (Contractor B) is an international engineering and construction company. The project faced several scope changes and had the project managers from both

sides replaced during the early execution phase. The project was completed in 2012, one year behind schedule, and exceeding the agreed budget by 24%. The facility constructed was eventually delivered within acceptable quality.

- Project Charlie is a construction project of new refinery facilities. The owner (Owner C) is a subsidiary of a different international oil company in Western Europe and the contractor (Contractor C) is a different international engineering and construction company. At the time of interviews, the project was in the front-end engineering and design (FEED) phase so the project outcomes are still unknown.

By doing so, the applicability and the usefulness of RECAP can be tested under different situations. For each project, two participants (project managers or equivalent), each representing the owner or the contractor were interviewed. During an interview, the participant was handed the assessment form and asked to assess his/ her current project by assigning an appropriate rating score from 1 to 5 (very poor – poor – moderate – good – very good) for all 72 indicators. After completing the assessment, the data was immediately entered into a spreadsheet template producing a number of graphs, score levels per sub-criteria and criteria. The score for each sub-criterion was calculated by averaging the scores of its indicators. Then, the score for each criterion was calculated by averaging the scores of its sub-criteria. After reviewing the assessment results, the participant was then asked to provide comments and suggestions regarding: the practicality of RECAP, the usefulness of the assessment result for managerial actions or interventions and suggestions for further improvement of RECAP.

### Assessment results: Project Beta

For illustrative purpose, only the assessment results of one project (Project Beta) are presented here. The score levels by criteria and sub-criteria from Owner B and Contractor B were compared side-by-side including the score gaps. It provides an overview of the levels of the collaboration by criteria and sub-criteria in the eyes of both sides.

The assessment scores by criteria shown in figure 1 indicate that Contractor B rated almost all criteria rather lower than Owner B (except for the perceived relationship continuity). In general, both Owner B and Contractor B perceived the overall level of the collaboration in this project unsatisfactory as the score levels for all criteria are ranging from 2.7 to 3.7. Also shown in figure 1, both parties' perceptions were quite in line with respect to all criteria with the score gaps between the parties relatively low from 0.1 to 0.5 points.

In contrast to the scores by criteria, the score levels and gaps by sub-criteria shown in Figure 2 indicate more variability over various sub-criteria. The scores per sub-criterion under relational attitudes suggest that both Owner B and Contractor B perceived moderate level of senior management commitment (3.4 and 4.0),

Criteria	Sub-criteria	Definition
A. Front-end definition	1. Front-end definition	The ability to comprehend the project scope, basic design, execution plan, and roles and responsibilities (5 indicators).
B. Collaborative practices	2. Team integration	The extent to which the owner and the contractor teams are structured and integrated as a single team with no apparent boundaries (5 indicators).
	3. Joint working processes	The extent to which the owner and the contractor teams perform joint working processes (7 indicators).
C. Relational attitudes	4. Senior management commitment	How well the senior management of the owner and the contractor commit to support the collaboration (5 indicators).
	5. Senior management trust	The extent of mutual trust between firms (4 indicators).
	6. Established relational norms	Norms of no blame culture, win-win, and communication openness (7 indicators).
D. Teamworking quality	7. Communication	The extent of to which the teams communicate with each other effectively (4 indicators).
	8. Coordination	The extent to which the teams achieve synergies in coordinating interdependent activities (3 indicators).
	9. Balanced contribution	The extent to which the teams contribute their specific knowledge and expertise (3 indicators).
	10. Aligned effort	The extent to which the teams align their effort (3 indicators).
	11. Mutual support	The extent to which the teams help each other in achieving project goals (3 indicators).
	12. Cohesion	The extent to which the teams behave as one team (4 indicators).
	13. Affective trust	The extent to which the teams' members personally trust each other (6 indicators).
E. Project performance	14. Efficiency	The extent to which the project meet the planned budget and schedule (2 indicators).
	15. Quality	The extent to which the project progressed or completed safely, meeting the targeted quality, reliability, operability (4 indicators).
	16. Satisfaction	The perceived overall satisfaction and business or commercial success (3 indicators).
F. Relationship continuity	17. Relationship continuity	The perceived intention to continue the relationship in future (4 indicators).

Table 1 - Criteria and sub-criteria of the relational capability assessment tool (RECAP).

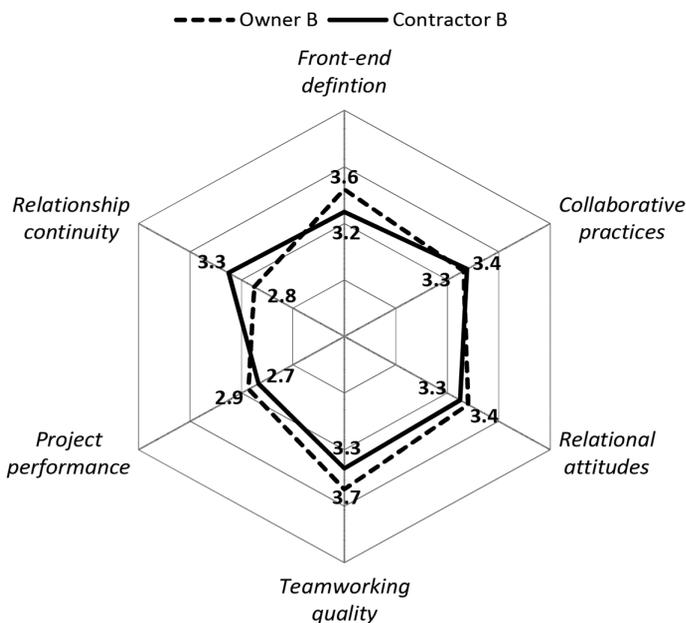


Figure 1 – Project Beta’s score levels by criteria.

trust (3.3 and 2.8), and relational norms (3.6 and 3.0). This gives more insight in the details of specific misalignment in the working relationship at senior management level. The same situation also stands out from teamworking quality where the gaps were respectively 0.5, 0.7, and 1.7 points for team cohesion, balanced contribution, and team coordination. Obviously team coordination was the most problematic one as Contractor B rated it poor (2.0) while Owner B considered it almost good (3.7).

In terms of project performance, the scores per sub-criterion varied considerably. Both sides perceived the quality of the final product quite differently, as Owner B rated it at moderate level (3.3) while Contractor B considered a good level of quality (4.0). Both Owner B and Contractor B perceived the project was poorly performed (2.0 and 1.5) in terms of efficiency (schedule and cost performance). Eventually, Owner B was moderately satisfied (3.3) but not so the Contractor B (2.5). Clearly, there are considerable differences between the two as the scores gaps were 0.5, 0.8, and 0.8 points for efficiency, quality, and satisfaction. In summary, the above assessment results indicate the

usefulness of the RECAP in a problematic project. The analyses are not only able to gauge the collaboration levels between Owner B and Contractor B in Project Beta but also most importantly can provide details about specific aspects for potential improvement, notably on relational norms, senior management trust, team coordination, team balanced contribution, and project efficiency.

### Comparing the RECAP assessment results

Along with its anticipated results, the participating practitioners discerned benchmarking as one important value of RECAP. Treating the responses from the participating practitioners as new data points, the three projects can be compared against each other and with those of the survey data from Suprpto et al. (2015b; 2015c).

Comparing three projects with survey data as reference figure 3 shows the score ratios for Project Alpha, Beta, and Charlie on four relational capability criteria and two performance criteria. A score ratio is calculated by dividing the corresponding score level by the average score of 119 responses (obtained from 6 pilot participants and 113 survey respondents reported in Suprpto et al. (2015b; 2015c). A score ratio of 1.0 serves as the reference point or equal to the average of all 119 responses. A score ratio above or below 1.0 means the corresponding score level is better or worse than the average. As indication to what the extent one project/ response is better or worse than the others, two lines +/- 1 SD (one standard deviation) can be used as arbitrary thresholds.

Of the three projects, Project Charlie can be considered the most collaborative as well as the top performer at the phase where it presently is. Compared to the average of 119 responses, both Ow-

ner C and Contractor C perceived most criteria very high, above 1 SD of the average. The only exceptions are for collaborative practice and relationship continuity as perceived by Owner C but they remain above the average. Project Alpha is the second most collaborative performer, as both Owner A and Contractor A perceived all criteria above the average. Finally, Project Beta is the least collaborative performer. Despite the fact that the collaboration in Project Beta was not extremely below the -1 SD from the average, either Owner B or Contractor B perceived the performance and relationship continuity quite badly, near and below the -1 SD relative to the average.

Figure 3 indicates the consistency of RECAP in the three projects compared with the survey results reported in Suprpto et al. (2015b; 2015c). The score ratios of four relational criteria — front-end definition, collaborative practices, relational attitudes, and teamworking quality — for Project Alpha (Owner A and Contractor A) and Project Charlie (Owner C and Contractor C) were generally above the average of 119 responses. The corresponding score ratios of project performance and relationship continuity are also above the average. On the other hand, the score ratios of relational criteria for Project Beta (Owner B and Contractor B) were mainly below the average and so does the score ratios of project performance and relationship continuity.

### The validity of RECAP

The practical use of RECAP in various project phases and outcomes was demonstrated through pilot applications in three projects. The results suggest that RECAP can be understood and used by the participating practitioners. The score levels captured the owner’s and the contractor’s perception regarding their relational capability and performance. The score gaps between ow-

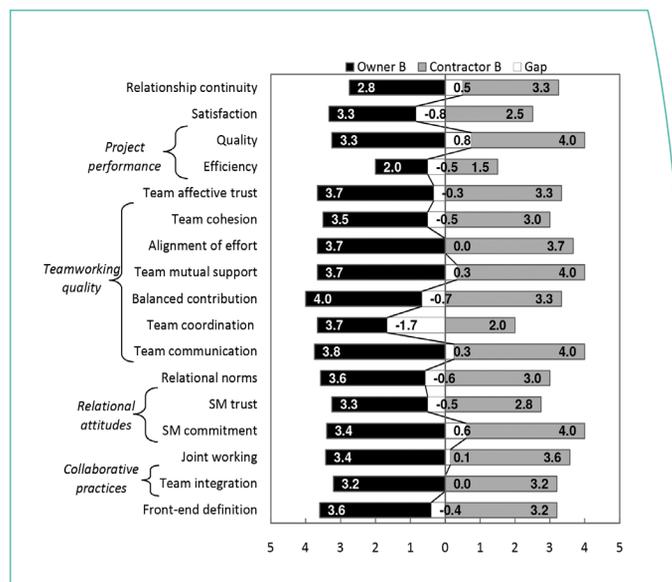


Figure 2 – Project Beta’s score levels and gaps by sub-criteria.

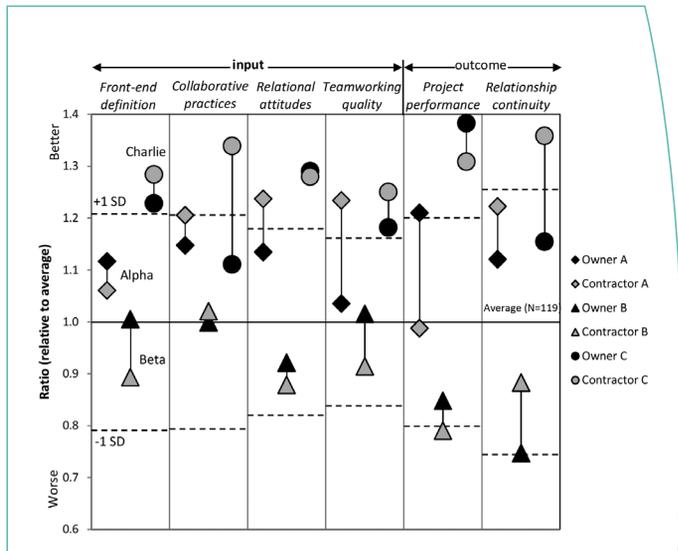


Figure 3 – Comparing three projects with survey data as reference.

ner and contractor assessment give a detailed idea which criteria and sub-criteria are in need of improvement and according to whom. It is important to note here that RECAP is not an objective measure of individual organizational or team performance but rather a deliberate proactive management instrument focused on measuring the inter-organizational and inter-team interactions embedded in a project. The score gaps by criteria or sub-criteria should not be interpreted as the differences between two parties in achieving the degree of collaboration individually but as the perceived differences of similar phenomena.

The feedbacks from the six participants indicate RECAP as a useful tool to facilitate a joint reflection involving the two parties in various project phases. Even during the front-end engineering and design (FEED) phase of a project (as indicated through Project Charlie), the project managers of both parties can already sit together and assess the relationship health of the project. A joint session can be used to present the assessment results and encourage a discussion to reflect on specific aspects of the working relationship where different parties or actors have divergent perceptions and meanings. This reflective process can facilitate individuals to enrich their interactions and stimulate constructive exchange of ideas and knowledge that can be translated into real collaborative behavior throughout the different project phases. Moreover, as indicated in Project Beta, the practitioners can also use RECAP to reflect on lessons learned from a completed project to be applied in future relationships and projects. Finally, RECAP could become a part of a company's project management procedures. It can be used to periodically assess the collaboration health and performance of the projects portfolio within the company.

### Concluding remark

Collaborative relationship is central in engineering and construction projects. Although collaborative relationship has been a topical research area in engineering and construction projects, no attempt has been reported yet to develop an assessment tool for practical use independent of the formal arrangements. This article presents development and validation of relational capability assessment tool (RECAP). RECAP, in essence, is developed through a series of literature and empirical studies.

Through the pilot applications of three projects and interviews involving 6 project practitioners, RECAP was validated. It was shown that RECAP could be applied by the project practitioners to measure what it is supposed to measure: the relational aspects of collaboration in real-life projects at different stages. The assessment results, score levels and gaps in responses between the owner and the contractor were recognized by the participants as useful to discuss specific improvement of their collaboration. In addition, positive feedback has been received from all participants on the practicality and usefulness of RECAP. Not only did they perceive RECAP as practical to measure the collaboration health but they also foresee its usefulness as instrument to building awareness and facilitating constructive discussions for improving ongoing working relationships.

The positive feedbacks provided by the participating practitioners in turn supported the stability and robustness of the earlier developed framework and rigorously tested empirical model and constructs behind RECAP. RECAP could be used for any projects with any contracts because the assessment criteria/sub-criteria were generic and independent of any prescription models of collaboration as long as the senior management and project managers of both sides are willing to engage in collaborative relationship. With the focus on one-to-one (dyadic) relationship between two firms, RECAP could also be applied to assess various relationships such as the relationships between an owner and a main contractor/ sub-contractor/ supplier, between a main contractor and a sub-contractor/supplier, and joint venture partners.

### Acknowledgement

I thank the anonymous practitioners and companies participating in the pilot applications. I am immensely grateful to ir. Julius Freutel and the NAP for their support in this research.

### Note

The RECAP assessment form and spreadsheet template can be downloaded from:  
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1035.2727>

### References

- Hartmann, A., Bresnen, M., 2011. *The emergence of partnering in construction practice: an activity theory perspective*. Engineering Project Organization Journal 1, 41-52.
- Schön, D.A., 1983. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books, New York.
- Suprpto, M., Mooi, H.G., Bakker, H.L.M., 2012. *How far can you go? Exploring long-term contractual relationship in engineering project*, EURAM 2012 Conference, June 6-8, 2012, Rotterdam.
- Suprpto, M., Bakker, H.L.M., Mooi, H.G., Moree, W., 2015a. *Sorting out the essence of owner-contractor collaboration in capital projects delivery*. International Journal of Project Management 33, 664-683.
- Suprpto, M., Bakker, H.L.M., Mooi, H.G., 2015b. *Relational factors in owner-contractor collaboration: The mediating role of teamworking*. International Journal of Project Management 33, 1347-1363.
- Suprpto, M., Bakker, H.L.M., Mooi, H.G., Hertogh, M.J.C.M., 2015c. *How do contract types and incentives matter to project performance?* International Journal of Project Management <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.08.003>. ■



IR. P.M. (PIETER) BOON  
ADVISEUR BIJ MOVARES  
NEDERLAND B.V.

# DUURZAAMHEID KWANTITATIEF OBJECTIVEREN HEEFT DE TOEKOMST

## Inleiding

Duurzaamheid speelt een steeds grotere rol in ontwerp- en aanbestedingsprocessen. Termen als *BREEAM*, *CO2-prestatieladder*, *DuboCalc*, *duurzaam inkopen* en *Green Deals* worden steeds bekender. Doel van dit artikel is om een inkijk te bieden in een van de methodes die in de GWW-sector worden gebruikt om duurzaamheid in ontwerp- en aanbestedingsprocessen te objectiveren. Voor (potentiële) opdrachtgevers biedt dit artikel globale handvatten om duurzaamheid vorm te geven in aanbestedingen, voor (potentiële) opdrachtnemers geeft het een inkijk in de mogelijkheden die er zijn ten aanzien van duurzaam ontwerpen (om gunstiger in te kunnen schrijven), en welke zaken daarbij komen kijken.

## Waarom duurzaamheid objectiveren?

Veel opdrachtgevers in de publieke sector spreken over duurzaam inkopen. Het Rijksbeleid duurzaam inkopen heeft als doel om middels het inkoopproces opdrachtnemers aan te zetten tot het leveren van duurzamere producten, het gebruiken van duurzamere processen en/of het anderszins leveren van (maatschappelijke) meerwaarde. Vanuit deze ambitie speelt duurzaamheid steeds vaker een belangrijke rol bij aanbestedingen door publieke partijen.

Voor private partijen zijn er ook andere redenen om duurzaamheid een plaats te geven in projecten en aanbestedingen. Zo kan duurzaamheid leiden tot kostenbesparingen (lagere levenscycluskosten, LCC) door bijvoorbeeld een reductie van energie- en onderhoudskosten, of willen private partijen vanuit het kader van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) een bijdrage leveren aan duurzaamheid. En projectontwikkelaars merken dat bepaalde partijen bereid zijn om hogere lease- of huurprijzen te betalen voor duurzame gebouwen. Duurzaamheid in projecten heeft de laatste jaren daarom een vlucht genomen. Veel opdrachtgevers zijn bezig met het uitrollen van duurzaamheidsambities in projecten, en maken hierbij gebruik van instrumenten om duurzaamheid te objectiveren: dat is immers de enige manier om met een minimum aan discussie toch de beste afweging te kunnen maken.

## Duurzaamheid objectiveren

Dat objectiveren van duurzaamheid heeft heel wat voeten in de aarde. Langzamerhand is door de jaren heen echter wel consensus ontstaan over hoe dat moet. Duurzaamheid objectiveren kan grofweg op twee manieren: met een kwalitatieve of met

**Summary** Quantification of sustainability becomes more and more important in design and tender processes, either as a means for optimizing the sustainability during the design process, comparing design alternatives or choosing the most sustainable contractor. This article describes the different possibilities of the quantification of sustainability in design and tender processes. Most methods are based on so-called Life Cycle Analyses (LCA's), in which the environmental impact is converted to an environmental damage cost in Euro's. Normally, the environmental impact calculation is based on the bill of materials. Attention is paid to the possibilities of using sustainability as an award criterion in tender processes. This article gives a first insight in the wide possibilities of the quantification of sustainability, and the possibilities of linking sustainability calculations to (life cycle) cost calculation processes and 3D modeling.

een kwantitatieve beschouwing. Bij kwalitatieve beschouwingen wordt vooral gekeken naar de milieu-impact van projecten op basis van vergelijkende vragen, waarbij een score kan worden behaald wanneer aan bepaalde meer of minder gekwantificeerde criteria wordt voldaan. Voorbeelden van kwalitatieve beschouwingen zijn zogenaamde duurzaamheidscertificaten. Voorbeelden hiervan zijn BREEAM-NL (voor gebiedsontwikkeling en gebouwenmarkt), FSC (hout uit duurzaam beheerde bossen), LEED (gebouwenmarkt), Beton Bewust (duurzaam beton) en DuboKeur (gebouwen- en GWW-markt). Door te werken met gecertificeerde producten kan een project aantoonbaar duurzamer worden gerealiseerd met een lagere milieu-impact.

De andere mogelijkheid om duurzaamheid te objectiveren, kwantitatieve objectivering, neemt een steeds grotere vlucht en wordt snel populairder in tal van markten. Sommige partijen doen dit door vooral te beoordelen op de CO<sub>2</sub>-emissie van projecten, anderen kijken breder en beschouwen de complete (bekende) milieu-impact, die bestaat uit tal van factoren zoals bijvoorbeeld het gebruik van fossiele grondstoffen, giftigheid voor mens en dier en aantasting van de ozonlaag. Vooral deze laatste, bredere kijk op de milieu-impact van projecten wordt steeds vaker gebruikt. In dat kader valt de term Milieu Kosten Indicator (MKI) regelmatig. Deze MKI is een weerspiegeling van het bedrag dat maatschappelijk verantwoord wordt geacht om uit te geven aan het voorkomen van deze emissies. Deze MKI is opgebouwd uit schaduw prijzen, die per milieueffect zijn bepaald. De in Nederland in gebruik zijnde schaduw prijzen en de milieueffectcategorieën zijn weergegeven in Tabel 1<sup>1,2</sup>.

Categorie	Milieueffectcategorie	Equivalent eenheid <sup>3</sup>	Schaduwprijs [€/kg eq]
Toxiciteit	Humane toxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.09
	Zoetwater aquatische ecotoxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.03
	Mariene aquatische ecotoxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.0001
	Zoetwater sediment ecotoxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.02
	Mariene sediment ecotoxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.0003
	Terrestrische ecotoxiciteit	1,4-DCB eq	€ 0.06
Uitputting hulpbronnen	Abiotische grondstofuitputting	Sb eq	€ 0.16
	Uitputting fossiele energiedragers	Sb eq	€ 0.16
Klimaatverandering	Broeikaseffect	CO <sub>2</sub> eq	€ 0.05
	Fotochemische oxidantvorming (smogvorming)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> eq	€ 2.00
	Aantasting ozonlaag	CFK-11 eq	€ 30.00
	Verzuring	SO <sub>2</sub> eq	€ 4.00
	Vermesting	PO <sub>4</sub> eq	€ 9.00

Tabel 1 – In Nederland in gebruik zijnde milieueffectcategorieën en schaduwrijzen

Bron: Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken.

Voor elk materiaal of proces waarvan een levenscyclusanalyse (LCA) is opgesteld, zijn de in Tabel 1 weergegeven milieueffecten bekend. Daarmee kan de MKI per eenheid (bijvoorbeeld per uur, kg, m<sup>3</sup> of m<sup>2</sup>) worden bepaald. Deze LCA's (of milieuprofielen) worden in Nederland verzameld in de Nationale Milieudatabase<sup>4</sup>.

### Kwantificeren, hoe gaat dat concreet?

Hoe gaat dat nu concreet, het vaststellen van de milieu-impact van een project? Onafhankelijk van het type contract of project dient voor het bepalen van de milieu-impact een aantal stappen te worden doorlopen, zie figuur 1.

1. Opzetten materialenstaat van het project. Vaak volstaat het detailniveau dat voor een kostenraming gebruikelijk is;
2. Verzamelen milieuprofielen van de gebruikte materialen en processen. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van de Nationale Milieudatabase. Voor ontbrekende materialen moet een levenscyclusanalyse (LCA) worden opgesteld om het milieuprofiel te bepalen;
3. Berekenen milieu-impact door per materiaal en proces hoeveelheden toe te kennen. Dit kan in Excel, maar makkelijker is het om de hiervoor beschikbare software te gebruiken. In de GWW-sector is dat doorgaans DuboCalc, in de B&U-sector zijn dat bijvoorbeeld MRPI Freetool, EcoQaestor, GPR Gebouw, GreenCalc+ of de DGBC Materialentool. Deze softwaretools verschillen in gebruiksgemak en functionaliteit, maar hebben gemeen dat ze op basis van de milieuprofielen in de Nationale Milieudatabase de

milieu-impact vaststellen van een bouwwerk;

4. Optimalisatie milieu-impact. In deze stap wordt gekeken naar de 'grootste vervuilers': de materialen of processen met de grootste bijdrage aan de MKI, waarna mogelijkheden voor emissiereductie worden afgewogen. Emissiereductie kan worden bereikt door minder of 'schonere' materialen te gebruiken of door een 'schoner' proces.

De praktijk leert dat het mee laten wegen van de milieu-impact vooral plaatsvindt bij geïntegreerde contracten, en slechts incidenteel bij traditionele contractvormen. Bij geïntegreerde contracten wordt het ontwerpproces al in een vroeg stadium aan de opdrachtnemer overgedragen, en wordt de optimalisatie van de milieu-impact daarom doorgaans aan de opdrachtnemerzijde uitgevoerd. De opdrachtgever stelt soms nog wel een referentieontwerp op, maar het verder detailleren van de opgave

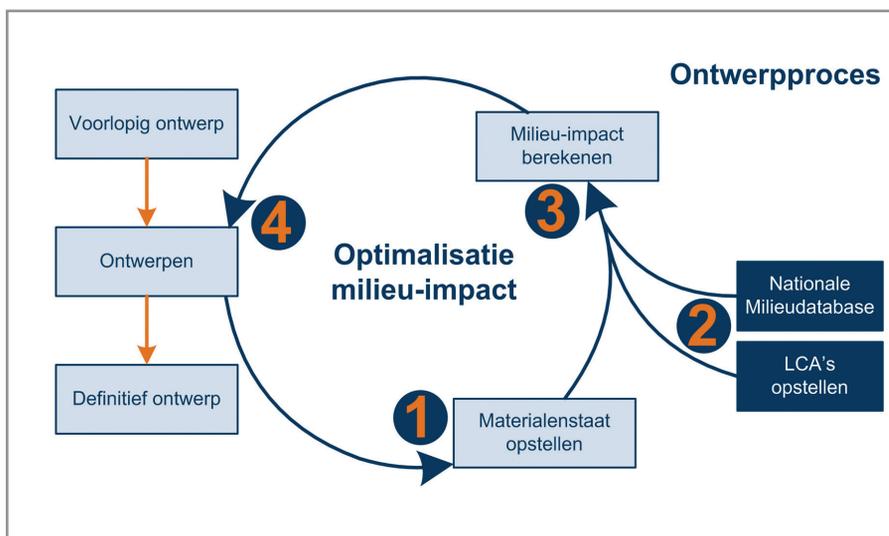
wordt overgelaten aan de markt. Doorgaans wordt op basis van het referentieontwerp een inschatting gemaakt van de milieu-impact, zodat deze kan worden meegenomen in de aanbesteding. In de aanbesteding kan duurzaamheid vervolgens een plaats krijgen op vier verschillende manieren:

1. Door het hanteren van een selectiecriteria, bijvoorbeeld dat het ontwerp moet voldoen aan een bepaalde minimum milieuprestatie;
2. Door het hanteren als proceseis, bijvoorbeeld door optimalisatie-doelstellingen op te leggen voor bepaalde onderdelen van de scope;
3. Als EMVI- of gunningcriterium, bijvoorbeeld door het toekennen van een hogere fictieve korting op de inschrijfsom bij een aanbidding met een lagere milieu-impact. Deze methode wordt in de GWW-sector het meest toegepast. Bij grote aanbestedingen vaak met behulp van DuboCalc, maar het kan ook eenvoudiger door bijvoorbeeld de EMVI-waarde te relateren aan het diesilverbruik per ton aangevoerd zand;
4. In Beste Value Performance (BVP)-contracten door het toekennen van waarde aan een hogere milieuprestatie (lagere milieu-impact, doorgaans ook bepaald met behulp van DuboCalc). De optimalisatie van de milieu-impact vindt dan plaats tijdens het aanbestedingsproces, zie Figuur 3.

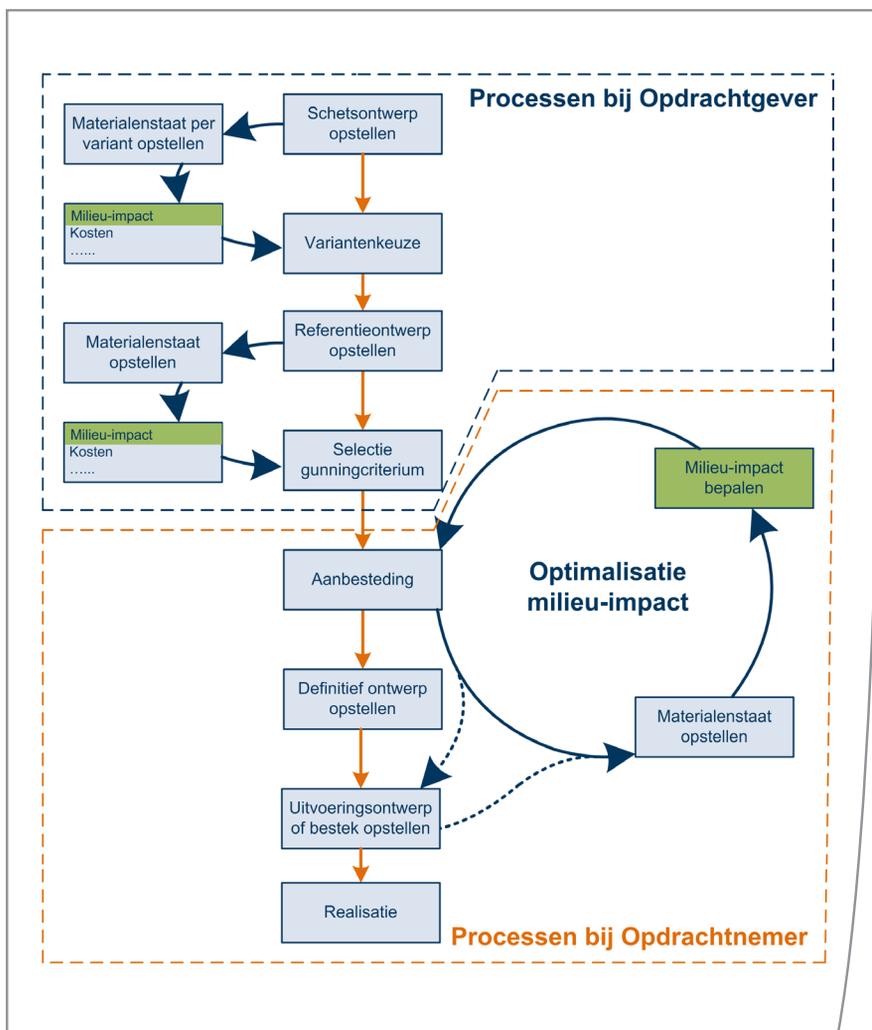
### Voorbeelduitwerking fictieve casus

Tussen de A100 en de A200 moet een nieuw stuk snelweg komen. Daartussen ligt een rivier. In de variantenstudie zijn twee varianten uitgewerkt, zie figuur 4:

1. Variant A (paars): lange variant (24.8 km) met een brug over



Figuur 1 - Optimalisatie milieu-impact in ontwerpproces.



Figuur 3 Optimalisatie milieu-impact bij geïntegreerde contracten: bij de opdrachtnemer.

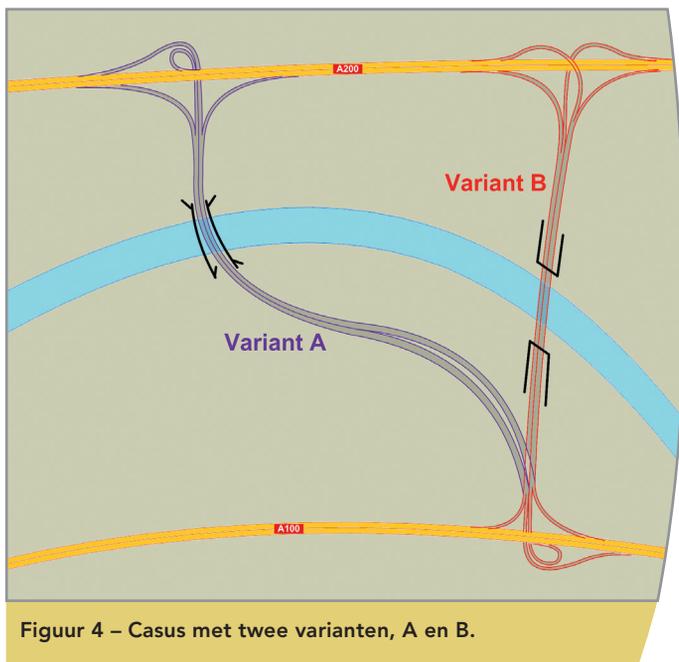
de rivier. Het knooppunt bij de A200 is soberder uitgevoerd met een enkelzijdig klaverblad;

2. Variant B (rood): korte variant (21.1 km) met een tunnel onder de rivier. Het knooppunt bij de A200 is uitgevoerd met een hogere capaciteit met onder meer een fly-over.

**Variantenkeuze**

Omdat het project naar verwachting veel materiaalgebruik met zich meebrengt, wordt gekozen om DuboCalc te gebruiken tijdens ontwerp- en aanbestedingsproces. Om een DuboCalc-berekening uit te kunnen voeren, is een materialenstaat nodig. Soms is deze tijdens de variantenstudie nog onbekend. In zo'n geval dient deze te worden opgesteld, vaak kan wel worden volstaan met een grove inschatting. Voor de wegopbouw kan worden volstaan met grove kentallen, voor de kunstwerken (bruggen, viaducten, diveunders, tunnels en fly-overs) kan aan de hand van vergelijkbare objecten een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheden van de meest gebruikte materialen.

De vraag die vaak naar boven komt is: wat neem ik wel en niet mee in het opstellen van de materialenstaat? De veelgebruikte 80-20 of 90-10 regel impliceert dat je vaak met een paar belangrijke materialen het gros van de milieu-impact te pakken hebt, terwijl de tijdsinvestering om de duurzaamheidsberekening op te stellen op deze manier beperkt blijft. Door iemand met kennis van vergelijkbare projecten kan de materialenstaat doorgaans worden gereduceerd tot enkele materialen. Posten die vaak lastig zijn in te schatten in vroege projectfasen, zoals kabels en leidingen en installaties, kunnen in de GWW-sector meestal buiten beschouwing worden gelaten, omdat deze meestal geen significante bijdrage leveren aan de milieu-impact. Van de resterende posten kan met behulp van kentallen een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheden. Belangrijk in de variantenafweging is dat deze zuiver blijft, dus bij de verschillende varianten dienen de aannames eenzelfde nauwkeurigheid te hebben.



Een voorbeeld van een berekening is weergegeven in figuur 5. Vanuit de materialenstaat (1) wordt hier via DuboCalc (2) de milieu-impact van de beide varianten vergeleken (3) over een levensduur van 50 jaar. Naast de aanleg wordt dus ook het onderhoud en energieverbruik over een periode van 50 jaar meegenomen. Voor de casus geldt dat variant A een ca. 15 procent lagere milieu-impact heeft dan variant B, hoewel het tracé bij variant A langer is. Deze hogere milieu-impact is vooral te wijten aan de tunnel, die in deze casus een veel hogere milieubelasting heeft dan de brug in variant B. Het meenemen van het weggebruik door auto's en vrachtverkeer kan overigens wel tot een andere conclusie leiden, omdat variant A langer is dan variant B. Vervolgens kan de milieu-impact samen met bijvoorbeeld vervoerswaarde, kosten, impact op de omgeving en landschappelijke inpassing een rol spelen in de trade-off matrix voor de variantenkeuze.

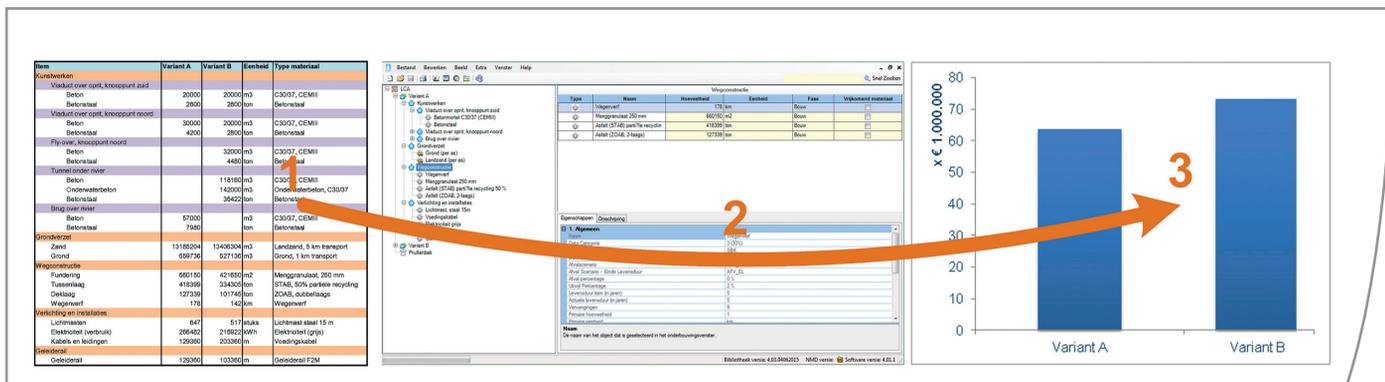
### Referentieontwerp en aanbestedingsdocumenten

Stel dat variant A wordt gekozen op basis van de trade-off matrix, waarbij deze in de markt moet worden gezet als D&C-contract. Sommige opdrachtgevers kiezen ervoor om de opgave in dit stadium meteen op de markt te zetten, anderen werken deze nog iets verder uit tot een referentieontwerp.

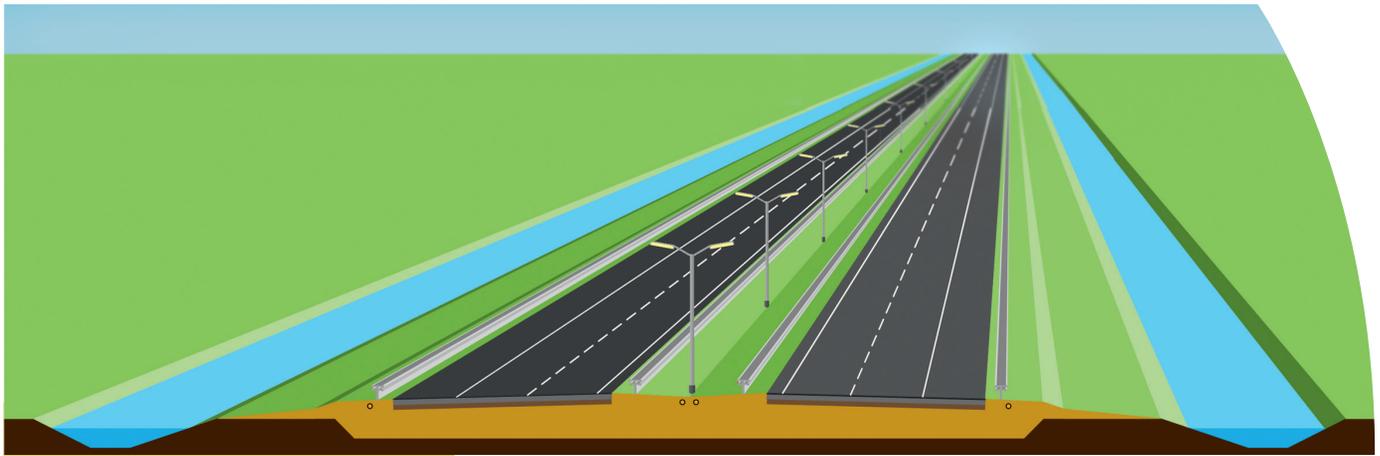
In de casus wordt variant A verder uitgewerkt tot een referentieontwerp. Hierbij wordt deze gekozen variant A nader gedetailleerd met behulp van bijvoorbeeld een karakteristieke wegopbouw (zie Figuur 6) en grove schetsen van de kunstwerken.

Doordat het referentieontwerp gedetailleerder is, kan ook een meer gedetailleerde milieu-impact worden berekend die vervolgens wordt ingezet in een aanbesteding. In de casus wordt gekozen voor een D&C-contract, die via een EMVI-aanbesteding Europees wordt aanbesteed. Om de milieu-impact als EMVI-criterium toe te voegen, worden onderstaande stappen 1 tot en met 3 uitgevoerd:

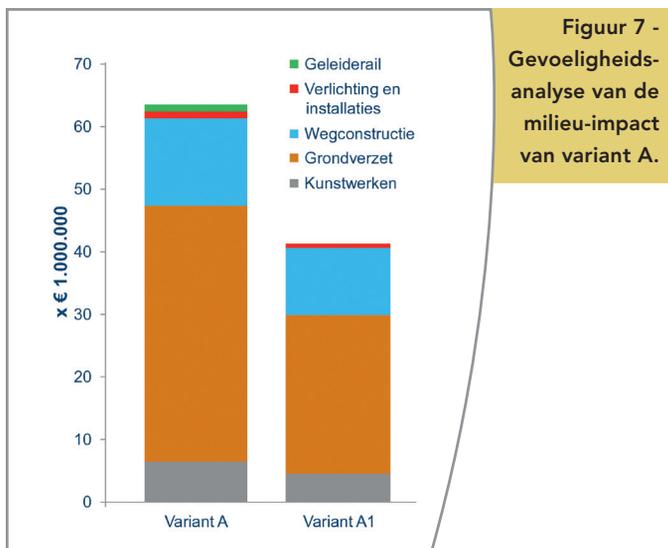
1. Opstellen kostenraming t.b.v. aanbesteding. De kostenraming bedraagt €500 mln.;
2. Opstellen selectiematrix met EMVI-criteria, inclusief een kwaliteitswaarde voor duurzaamheid. De maximale kwaliteitswaarde voor duurzaamheid kan worden gerelateerd aan de MKI van variant A (die €63.5 mln. bedraagt), maar kan ook hoger of lager worden gekozen. De omrekening van MKI- naar EMVI-waarde kan op verschillende manieren plaatsvinden, maar het verdient de voorkeur om de volgende substappen te doorlopen:
  - a. Bepalen van de MKI-waarde van het referentieontwerp op basis van standaard ontwerpkeuzes;
  - b. Vaststellen van de scope voor de duurzaamheidsberekening. Vaak wordt de 80-20-regel gehanteerd: alleen materialen met een grote milieu-impact worden meegenomen om te voorkomen dat gegadigden veel tijd moeten investeren in het opstellen van een MKI-berekening terwijl de milieuwinst maar beperkt is. Verder heeft het ook geen zin om materialen aan de scope toe te voegen die al zijn voorgeschreven of waarvoor ontwerpkeuzes onmogelijk zijn. In het huidige voorbeeld zou bijvoorbeeld kunnen worden gekozen voor grondverzet en wegconstructie (samen 85 procent van de milieu-impact), eventueel aangevuld met kunstwerken (samen 95 procent van



Figuur 5 - Van materialenstaat (1) via DuboCalc (2) naar een variantenafweging op milieu-impact (3)



Figuur 6 - Karakteristieke wegoopbouw.



Figuur 7 - Gevoeligheidsanalyse van de milieu-impact van variant A.

de milieu-impact), zie Figuur 7;

- c. Uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse op de MKI-waarde. De geoptimaliseerde variant A1 in Figuur 7 geeft aan dat een MKI van ca. €40 mln. met enige inspanning wel te realiseren is;
- d. Keuze van de invulling van de EMVI-waarde voor duurzaamheid. Meest gebruikt is een methode met een ondergrens (onder deze MKI is geen hogere kwaliteitswaarde te behalen) en een bovengrens (boven deze MKI is geen lagere kwaliteitswaarde te behalen) met daartussen een lineair verband tussen MKI en EMVI-waarde. De ligging van de grenzen wordt bepaald op basis van de gevoeligheidsanalyse. In de casus zouden de grenzen €30 mln. en €70 mln. kunnen zijn.

3. Opstellen aanbestedingsdocumenten. In de aanbestedingsdocumenten staan drie belangrijke bepalingen ten aanzien van de duurzaamheidsberekening:

- De scope voor de DuboCalc-berekening;
- De boeteclausule voor het na gunning niet nakomen van de opgegeven MKI. Vaak wordt hier een bedrag van 1.5 keer het

verschil tussen belofde en gerealiseerde MKI gehanteerd;

c. Hoe om te gaan met materialen die niet zijn opgenomen in de Nationale Milieudatabase. Hierbij zijn twee varianten mogelijk:

- De in de berekeningen gebruikte milieu-impact van deze materialen dient bij inschrijving te worden aangetoond met behulp van een gecertificeerd LCA-rapport;
- De in de berekeningen gebruikte milieu-impact van deze materialen dient binnen een bepaalde tijd na gunning te worden aangetoond met een gecertificeerd LCA-rapport. In dat geval krijgen gegadigden meer tijd om van hun innovatieve materialen de milieu-impact aan te tonen of nog te verbeteren na gunning.

### Aanbesteding en beoordeling aanbiedingen

Tijdens de aanbesteding zullen gegadigden een optimalisatie uitvoeren om te komen tot een maximale EMVI-waarde, en daarom tot een minimale milieu-impact. Bij een goed EMVI-criterium op duurzaamheid wordt de markt maximaal uitgedaagd en kunnen inschrijvingen dan ook sterk verschillen, omdat bepaalde duurzaamheidskeuzes tot een hogere inschrijvingsom kunnen leiden. De aanbestedende dienst zal vervolgens de aanbiedingen beoordelen, waarbij doorgaans een standaard rapportage uit DuboCalc wordt opgevraagd, eventueel aangevuld met een onderbouwing voor niet in de standaard rapportage opgenomen materialen.

Omdat de duurzaamheidsberekening onderdeel uitmaakt van de kwaliteitswaarde, is een goede beoordeling van de inschrijvingen op dit onderdeel essentieel: klopt de MKI-berekening met de overige plannen (zoals het projectplan en het grondstromenplan), en is deze realistisch? Kennis van DuboCalc en de milieu-impact van materialen en processen is hierbij uiteraard belangrijk.

### Uitvoering

De beste aanbieder is nu gekozen, maar hoe kan een opdrachtgever verifiëren of wat is beloofd, ook wordt waargemaakt? Daarvoor zijn verschillende instrumenten beschikbaar. De eer-

dergenoemde boeteclausule in contracten impliceert dat naleving wordt gecontroleerd. De opdrachtgever kan hierbij focussen op de meest opvallende aspecten van de DuboCalc-berekening van de aanbieder. Controle van de gebruikte materialen is vaak relatief eenvoudig, de herkomst is lastiger te achterhalen, zeker bij bulkmaterialen met gemengde herkomst. Inzicht in de materiaalstromen is dan essentieel, zodat ook transportafstanden en modaliteiten kunnen worden gecontroleerd.

Ook hier geldt weer dat een opdrachtgever het zich eenvoudiger maakt door de scope voor de DuboCalc-berekening in de aanbesteding in te perken.

### Kansen en mogelijkheden

Het kwantitatief objectiveren van duurzaamheid kan in alle sectoren worden toegepast. In de uitgewerkte casus is getoond wat de mogelijkheden zijn voor kwantitatieve objectivering van duurzaamheid in ontwerp- en aanbestedingsprocessen in de GWW-sector met behulp van DuboCalc. Ook in andere sectoren is dezelfde methodiek toepasbaar, zij het dat dan andere instrumenten daar meer geëigend kunnen zijn.

Voor een brede toepasbaarheid is de beschikbaarheid van milieu-profielen in de Nationale Milieudatabase natuurlijk van groot belang. Onder invloed van het Bouwbesluit 2012 en een toenemend aantal publieke partijen dat gebruik maakt van duurzaamheid in aanbestedingen, groeit de Nationale Milieudatabase. Aannemers worden geprikkeld om bij aanbestedingen te komen met nieuwe materialen om de maximale EMVI-korting te halen of om te voldoen aan de minimumprestatie-eis.

Het koppelen van de milieu-impact aan reguliere ontwerpprocessen wordt steeds eenvoudiger. Er komen meer tools en interfaces beschikbaar waarmee de milieu-impact direct kan worden ge-

linked aan BIM-systemen, 3D-modellen en kostencalculaties, of bijvoorbeeld aan LCC-berekeningen. Vooral dat laatste is nuttig, omdat een minimalisatie van de milieu-impact vaak ook leidt tot lagere life cycle costs. Hiermee wordt de milieu-impact een integraal onderdeel van het ontwerpproces en ligt de weg open voor het verder verduurzamen van de sector.

Tenslotte, om de kosten en benodigde tijd voor het opstellen van een duurzaamheidsberekening te minimaliseren, is het van groot belang dat aan de voorkant van het ontwerpproces afspraken worden gemaakt. Niet alleen over hoe informatie dient te worden aangeleverd (bij voorkeur door kostencalculatoren) maar ook hoe in het ontwerpproces de milieu-impact kan worden geminimaliseerd door het maken van ontwerpafwegingen. Zo wordt voorkomen dat men voor een voldongen feit staat in een laat stadium van de aanbesteding of het ontwerpproces.

<sup>1</sup> Bruyn, S.M. de et al., Handboek Schaduwrijzen, Waardering en weging van emissies en milieueffecten, CE Delft, maart 2010.

<sup>2</sup> Stichting Bouwkwiteit, Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken, versie 2.0, november 2014.

<sup>3</sup> Elke emissie is uitgedrukt in een equivalente emissiehoeveelheid, waarbij per categorie gekozen is voor een belangrijke emissiefactor. Voor toxiciteit is dat 1,4-DCB (1,4-dichloorbenzeen), voor uitputting van hulpbronnen Sb (antimoon), voor het broeikaseffect CO<sub>2</sub> (koolstofdioxide), voor smogvorming C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (ethyleen), voor aantasting van de ozonlaag CFK-11 (chloorfluorkoolwaterstof), voor verzuring SO<sub>2</sub> (sulfaat) en voor vermesting PO<sub>4</sub>(fosfaat).

<sup>4</sup> Te raadplegen op [www.nationalemilieudatabase.nl](http://www.nationalemilieudatabase.nl). ■



COSTandVALUE:  
het beste op  
uw coffee table  
*sinds koffie.*

Wees als **abonnee van COSTandVALUE** verzekerd van ontvangst van hét vakblad voor u. Een jaarabonnement kost € 19,50. Mail de uitgever: [info@uitgeverijeducom.nl](mailto:info@uitgeverijeducom.nl)



**DR. MAARTEN VRIJLAND**  
BEFORE AND AFTER HIS RETIREMENT MAARTEN VRIJLAND HAS BEEN TEACHING SUBJECTS IN PROCESS ECONOMICS & COST ENGINEERING IN ACADEMIA AND INDUSTRY

# SUNK COST AND ECONOMIC LIFE OF AN ASSET

## Samenvatting

De berekening van de Netto Contante Waarde van een investeringsproject is een veelgebruikte methode bij haalbaarheidsstudies. Op basis van een investeringsraming en geschatte toekomstige kasstromen wordt berekend welk resultaat verwacht mag worden van het project, uitgedrukt in euro's van vandaag. Echter, zodra de investering een feit is zijn de daarmee gemoeide kosten Verzonken Kosten. Criterium voor de economische levensduur moet dan niet langer de Netto Contante Waarde van het project zijn, maar de Contante Waarde van de toekomstige kasstromen.

## Introduction

A model to calculate how improvement on asset life can be readily assessed was presented in a previous issue of this magazine<sup>1</sup>. The examples given are clear and simple. The Excel graphs that illustrated the paper can be readily reconstructed.

However, applying an approach of 'Forward-looking Evaluations' on the same examples leads to quite different conclusions. All past investment and operational cost are sunk cost, and are – as well as past profits – irrelevant to decision making. The height of the original investment in an asset – at the End of year Zero (Eoy0) – is highly relevant to the pre-investment decision, but completely irrelevant as soon as the asset is operational, also at Eoy0<sup>2</sup>.

## Voorwoord van de redactie

De redactie krijgt regelmatig signalen dat de artikelen in COSTandVALUE niet alleen zorgvuldig worden gelezen, maar dat ook gepresenteerde modellen nagerekend worden. Soms geeft dit een lezer aanleiding commentaar te leveren. Omdat wij het stimuleren van discussies die ons vakgebied op een hoger plan kunnen brengen tot onze taak rekenen zijn wij daar blij mee. Een ingezonden stuk dat wij ontvingen naar aanleiding van een artikel in het april nummer van COSTandVALUE vindt U dan ook in deze editie. Hierin wordt een andere invalshoek gepresenteerd die het onderwerp verbreedt naar het moment waarop een investering reeds is gerealiseerd en tot andere conclusies komt. Er is een veelheid van mogelijke beslissingen over de levensduur van de aangegane investering en dat vereist voortdurende analyse van de economische aspecten.

The implication is that economic life equals physical life of an asset for as long as a positive cash flow is generated. Growth in operational cost by ageing as well as development of improved alternatives will of course negatively impact the cash flow and hence may reduce or even put an early end to the economic life.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Eoy	Cash Flow	Scrap Value	DCF <sub>12%</sub>		Eoy 1	Eoy 2	Eoy 3	Eoy 4	Eoy 5
0	-12000		-12000						
1	3300	11000	2946						
2	3850	8000	3069		3438				
3	4400	4000	3132		3508	3929			
4	3300	1000	2097		2349	2631	2946		
5	2200	0	1248		1398	1566	1754	1964	0
PV <sub>12%</sub>			493		10692	8125	4700	1964	0
	Incentive for continuation:				<b>-308</b>	<b>125</b>	<b>700</b>	<b>964</b>	<b>0</b>

Table 1 – Forward looking Evaluation of a computer.

## Reviewing the first example (operating cash flows +10%)

An € 12000 computer is installed at the end of year zero (Eoy0). The physical life is estimated to be five years. The Net Present Value @ 12% discount rate (Present Value of the Cash Flows Eoy 1-5 minus the original investment), assuming a full five years of service with a scrap value of zero is positive (€ 493), making the project acceptable.

Now suppose that the project has been operational for one year, and we have – at this point in time, Eoy1 - to decide whether to stop or to continue.

To abandon the project will enable us to cash € 11000 scrap value. To continue means that we may expect operational cash flows in years 2 – 5, having at this point in time a Present Value @ 12% of  $3850/1.12 + 4400/1.12^2 + 3300/1.12^3 + 2200/1.12^4 = € 10692$ .

We may conclude that we should consider abandoning the computer Eoy 1 and pocket € 308 at that time (and maybe scout for opportunities in computer trading).

However analogous calculations performed after 2, 3 and 4 years of service yield Present Values of the cash flows yet to come in these three cases exceed the scrap value (as shown in table 1). So the conclusion is that if the project is continued after year 1, accepting the then lost opportunity of cashing an extra profit of 11000  $-/ - 10692 = € 308$ , the option of preference would be to continue the project. It does not make sense to abandon the computer before it's physical life is over, since for each of the years 2 – 5 the incoming cash flows exceed the trade in or scrap value.

**– Economic life equals physical life of an asset for as long as a positive cash flow is generated.**

## Forward-looking Evaluation of Example 2

First of all it is clear that a 100 M€ project generating the operational cash flow as given in example 2, even after the implementation of Continuous Improvement, should never have passed a feasibility screening. A simple Pay Out Time calculation will make that obvious. However, suppose that the plant has been erected (and improved) and is operational anyhow. The 100 M€ original investment is now Sunk Cost.

The physical plant life is 11 years, and the Eoy 1 Cash Flow equals 9 M€. Each year the cash flow drops 2 M€, so the Eoy 11 Cash Flow equals -11 M€. (See Table 2, Colu

### Forward-looking Evaluation (Eoy0):

Present Value (Eoy0) @ 12% Discount Rate of all cash flows in the years 1 – 11:	+ 7.18
Shutdown cost of 20 M€ Eoy 11, discounted @ 12%:	-/ - 5.75
Present Value Eoy0 of operating from Eoy0 – Eoy11:	<u>+ 1.43 M€</u>

See also Figure 1.

### Forward-looking Evaluation, one year later (Eoy1):

Present Value (Eoy1) @ 12% Discount Rate of all cash flows in the years 2 – 11	-/ - 0.96
Shutdown cost of 20 M€ Eoy 11, disc. @ 12%	-/ - 5.75
Present Value Eoy1 of operating from Eoy1 – Eoy11:	<u>-/ - 6.71 M€</u>

Immediate shutdown would cost 20 M€ Eoy 1 instead of 5.75 M€, so, even though an operational loss of M€ 0.96 is suffered the option of continuing production is preferred.

However, unless it would be for a very limited time only, or would be required by law, it makes no sense to continue a project once the cash flow is negative without hope for improvement. The sole observation that a pre-investment NPV, calculated before the plant was operational, is still positive in spite of a negative cash flow can never justify continuation of the project.

**– The essence of the “F.E. Approach” is that at each point in time decisions regarding the best option at that time, and as far as the economics are concerned, are based on future cash flows only.**

That scrapping this project Eoy5 (NPV = 8.30 M€), instead of Eoy11 (NPV = 1.43 M€) is economically more advantageous is easily shown:

Present Value (Eoy0) @ 12% Discount Rate of all cash flows in the years 1 – 5:	+ 19.65
Shutdown cost of 20 M€ Eoy 5, disc. @ 12%:	-/ - 1.35
Present Value Eoy0 of operating from Eoy0 – Eoy11:	<u>+ 8.30 M€</u>

### For the real number crunchers!!

There is a further optimization. Shutting down Eoy 6 instead of Eoy 5 would imply a negative cash flow of 1 M€ Eoy 6, having a Present Value of  $-/ - 1/1.12^6 = -/ - 0.51$  M€. On the other hand, postponing the shutdown for one year would yield an advantage of  $20/1.12^6 -/ - 20/1.12^5 = 1.22$  M€. So:

Present Value (Eoy0) @ 12% Discount Rate of all cash flows in the years 1 – 6:	+ 19.14
Shutdown cost of 20 M€ Eoy 6, disc. @ 12%:	-/ - 10.13
Present Value Eoy0 of operating from Eoy0 – Eoy11:	<u>+ 9.01 M€</u>

A final remark: maybe the plant has been licensed for 11 years. It might be an idea to quit production Eoy 5, before the cash flow turns negative, but postpone the scrapping of the plant until Eoy 11.

Present Value (Eoy0) @ 12% Discount Rate of all cash flows in the years 1 – 5:	+ 19.65
Shutdown cost of 20 M€ Eoy 11, disc. @ 12%:	-/ - 5.75
PV Eoy0 of operating from Eoy0 – Eoy5, scrapping Eoy 11:	<u>+ 13.90 M€</u>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Before Continuous Improvement in Production							After Cont. Impr.		
Eoy	Cash Flow	Scrap Cost	Cash Flow	Scrap Cost	Cumulative DCF	C-DCF minus S.Cost		Cash Flow	C-DCF minus S.Cost
	Nominal		Discounted @12%						
0	± 100							± 100	
1	7	20	6.25	17.86	6.25	-11.61		9	-9.82
2	5	20	3.99	15.94	10.24	-5.71		7	-2.33
3	3	20	2.14	14.24	12.37	-1.86		5	<b>2.94</b>
4	1	20	0.64	12.71	13.01	<b>0.30</b>		3	<b>6.37</b>
5	-1	20	-0.57	11.35	12.44	<b>1.09</b>		1	<b>8.30</b>
6	-3	20	-1.52	10.13	10.92	<b>0.79</b>		-1	<b>9.01</b>
7	-5	20	-2.26	9.05	8.66	-0.39		-3	<b>8.74</b>
8	-7	20	-2.83	8.08	5.83	-2.25		-5	<b>7.69</b>
9	-9	20	-3.25	7.21	2.59	-4.63		-7	<b>6.03</b>
10	-11	20	-3.54	6.44	-0.96	-7.40		-9	<b>3.90</b>
11	-13	20	-3.74	5.75	-4.69	-10.44		-11	<b>1.43</b>

Table 2– Establishing the Economic Operating Window.

(Column G “Before Continuous Improvement”, Column J “After Continuous Improvement”) **Col. B:** Cash Flows for years 1-11 are given in M€. In any of these years the end-of-life cost (project shut down plus remediation) is assumed to be 20 M€ (Column C). **Col. D/E:** Col. D presents the Cash Flows discounted @ 12% and Column E the likewise discounted end-of-life cost. **Col. F:** shows the cumulative Discounted Cash

Flows of Column D, whereas in Column G for each year the Present Value of abandoning the project is calculated by subtracting the discounted end-of-life cost from the Cumulative Discounted Cash Flow. Figure 1 shows a graph of the Cumulative Discounted Cash Flows minus Discounted Shutdown Cost (Column G) against project life (Column A). Please note that Column G shows positive values for the years 4-6. After imple-

menting a Continuous Improvement Program all Cash Flows Eoy 1-11 improve with 2 M€/y (Column I). The Cumulative Discounted Cash Flows minus Discounted Shutdown Cost calculated as before is shown in Column J. Note that Asselberg’s Economic Operating Window now extends from Eoy3-11. The ‘Original Investment’ was given as ‘approximately 100 M€’ but is disregarded in the calculations for this second example.

### Reconstruction of the second example

Asselbergs and Dijk develop a graph, reconstructed as Figure 1 in this paper, to show an “Economic Operating Window” for the economic lifetime of a 100 M€ plant. This Window should be extended by applying “Continuous Improvement” to the plant. See the curves ‘Before C.I.’ and ‘After C.I.’ in Figure 1. The data underlying Figure 1 are presented in Table 2.

### CONCLUSION

In a pre-investment feasibility study all cash flows, including the investment cost itself, have to be accounted for. A Net Present Value is calculated, the Present Value of all project life time cash flows minus the Original Investment cost. However, once the investment money has been spent the investment cost is Sunk Cost, and should be eliminated from the calculations.

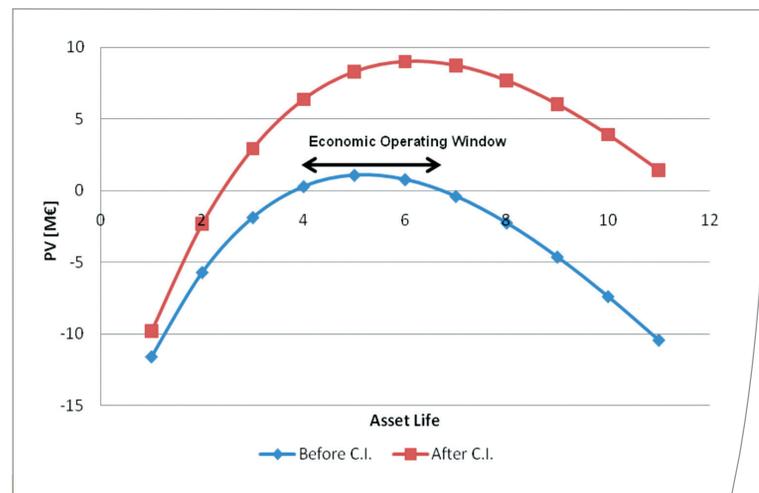


Figure 1 – Asselbergs & Dijk. Reconstructed figure 4, loc.cit.

Now it is the Present Value of all project life time cash flows that has to be considered. ‘Estimates of future cash flows tend to be more accurate for years in the nearer than in the distant future. Hence Forward-looking Evaluation has the added advantage of an expected higher reliability. Neglecting the Sunk Cost Principle may easily lead to false conclusions.

<sup>1</sup> Asselbergs K. en Dijk J., Cost and Value 2015 4(7), 8-11.

<sup>2</sup> As is customary in preliminary feasibility studies all calculations are based on ‘overnight construction’ of investments and on the ‘end of period concept’ for discounting. ■

## 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**