

Afstudeeropdracht Dennis Monninkhof: functionaliteitgericht ramen



Personalia

Naam: ir. D. (Dennis) Monninkhof, MSc
Ter afsluiting van functie: Afstudeerder bij Witteveen+Bos
i.s.m. DACE sig GWW
Huidige functie: Constructief tekenaar bij VIRO

Samenvatting

In dit onderzoek is een model opgesteld om functionaliteitgericht te kunnen ramen. In dit model is onderscheid gemaakt in de eigenschappen projectspecifiek, werkelijkheid en niet-projectspecifiek. Dit omdat deze eigenschappen geïdentificeerd zijn als essentiële eigenschappen om functionaliteitgericht te ramen en het probleem van kostenover- en onderschrijdingen tegen te gaan. Voor de eigenschap projectspecifiek is een hoeveelhedenmodel opgesteld. Voor de eigenschap werkelijkheid is een neurale netwerk toegepast. De eigenschap niet-projectspecifiek is in kaart gebracht met behulp van de Reference Class Forecasting (RCF) methode. Daarnaast is gebleken dat het zinvol is om het functionaliteitgericht ramen toe te passen op bouwkosten van wegenbouwprojecten.

Aanleiding Onderzoeksopdracht

Uit een onderzoek van Flyvbjerg e.a. afgerond in 2002 blijkt dat 9 van de 10 projecten hoger uitvallen in kosten dan vooraf geraamd, dit onderzoek was destijds met name gericht op projecten in Europa en Noord-Amerika. Tevens blijkt uit dit onderzoek dat met name grotere infrastructurele projecten te maken kunnen hebben met tijd- en kostenoverschrijdingen. Enkele projecten waarbij in Nederland een kostenoverschrijding heeft plaatsgevonden of plaatsvindt, zijn de Betuwelijn en de Noord-Zuidlijn in Amsterdam. De Betuwelijn was oorspronkelijk begroot voor € 2,53 miljard en heeft € 4,7 miljard gekost, en de Noord-Zuidlijn in Amsterdam is voor € 1,46 miljard begroot en zit volgens een latere raming al op € 2,4 miljard (Vrijdenker, 2009). Tijd- en kostenoverschrijdingen op projecten kunnen er toe leiden dat er hogere maatschappelijke kosten nodig zijn om de bouwkosten van een project te dekken.

Naar aanleiding van het onderzoek van Flyvbjerg is rond het jaar 2000 de standaard-systematiek kostenramingen (SSK) opgesteld door het CROW. Het doel van een SSK raming is om uniformiteit in de ramingen van de GWW-sector te krijgen, met als achterliggend doel om betere ramingen te genereren (CROW, 2010). In 2011 is door Cantarelli onderzoek verricht op GWW-projecten in Nederland. Zij concludeert dat het aantal en hoogte van kostenoverschrijdingen lager liggen ten opzichte van een wereldwijde vergelijking. Echter betekent het niet dat er geen kostenoverschrijdingen in Nederland optreden. Cantarelli heeft de volgende conclusies hiervoor getrokken:

- 55% van de projecten heeft te maken met een kostenoverschrijding
- 44% van de projecten heeft te maken met een kostenonderschrijding
- Het optreden van kostenoverschrijdingen is evenveel voorkomend als het optreden van kostenonderschrijdingen
- Projecten met een kostenoverschrijding hebben een gemiddelde overschrijding van 41,3%
- Projecten met een kostenonderschrijding hebben een gemiddelde onderschrijding van 13,9%
- Er is geen meetbaar verschil geconstateerd tussen de hoogte en het aantal kostenoverschrijdingen in de periode voor het jaar 2000 vergeleken met de periode na 2000

Uit onderzoek van Cantarelli blijkt dat GWW-projecten nog steeds te maken hebben met kostenoverschrijdingen. Hierdoor kan er geconcludeerd worden dat de invoering van de SSK geen meetbare invloed heeft gehad op afname van de kans van optreden van kostenoverschrijdingen. Daarnaast heeft de SSK geen meetbare invloed gehad op de afname van de hoogte van kostenover- en onderschrijdingen.

Opdrachtomschrijving

De onderzoeksopdracht is vastgesteld door SIG-GWW van DACE in samenwerking met Witteveen+Bos en is als volgt geformuleerd.

Het opzetten van een 'openbare' RCF database om in een vroege projectfase op basis van functionaliteit in plaats van oplossingen te kunnen ramen.

In deze opdrachtomschrijving zijn de volgende termen belangrijk: RCF, database, functionaliteit en oplossingen. Uit de opdrachtomschrijving kan geconcludeerd worden dat het ramen op basis van oplossingen niet toereikend is en dat men verwacht dat het ramen op basis van functionaliteit wel toereikend zal zijn.

Probleemstelling

Vanuit de aanleiding en randvoorwaarden van de onderzoeksopdracht kan de volgende probleemstelling worden afgeleid.

Het meer uniform ramen heeft niet geleid tot een afname van de grootte en de spreiding van kostenover- en onderschrijdingen.

De invoering van de SSK om meer uniform te ramen heeft niet geleid tot een afname van de spreiding van kostenover- en onderschrijdingen. Tevens is geen afname in de kans van optreden van kostenoverschrijdingen en afname van de hoogte van kostenoverschrijdingen waargenomen in het onderzoek van Cantarelli in 2011. Hieruit is geconcludeerd dat het probleem van kostenoverschrijdingen niet is teruggedrongen door meer uniform te gaan ramen.

Doel

Belangrijke onderdelen van de probleemstelling zijn kans, hoogte en afname. Wanneer deze 3 woorden zijn samengevoegd, leidt dit tot de volgende doelstelling.

De trefzekerheid van een raming vergroten om zo de spreiding van kostenover- en onderschrijdingen af te laten nemen.

Kans en hoogte van een raming zijn vertaald naar trefzekerheid. Wanneer de trefzekerheid toeneemt leidt dit tot een grotere kans op een treffer in de vorm van een kostenraming vallend binnen een zekere bandbreedte. Wat moet leiden tot een afname van de gemiddelde hoogte van het aantal kostenoverschrijdingen. Een onderliggend doel is dat door het vergroten van de trefzekerheid van een raming het aantal kostenoverschrijdingen en de gemiddelde hoogte hiervan eveneens afneemt. Spreiding is te herleiden naar bandbreedte, de bandbreedte waarin de kostenraming valt is in de loop van dit rapport vastgesteld. In dit onderzoek is onder bandbreedte een bereik verstaan waar in overeenstemming met de SSK een trefzekerheid van 70% voor een kostenraming is behaald.

Dit onderzoek is gericht aan projectleiders, projectmanagers en kostendeskundigen voor verschillende partijen binnen de GWW-sector. Tevens is dit onderzoek bestemd voor degenen welke interesse hebben in dit onderwerp en hier toekomstig onderzoek naar willen verrichten.

Onderzoeksmethode

De onderzoeksmethode voor dit onderzoek is afhankelijk van de voorgaande paragrafen. Hierin zijn bepalende elementen voor de onderzoeksmethode beschreven, dit zijn vergelijkbaarheid van projecten, aantal vergelijkbare projecten en trefzekerheid. Hieruit kan worden geconcludeerd dat voor dit onderzoek een kwantitatieve meervoudige case studie leidend is. Omdat kwantitatief de trefzekerheid wordt verbeterd op basis van meerdere projecten.

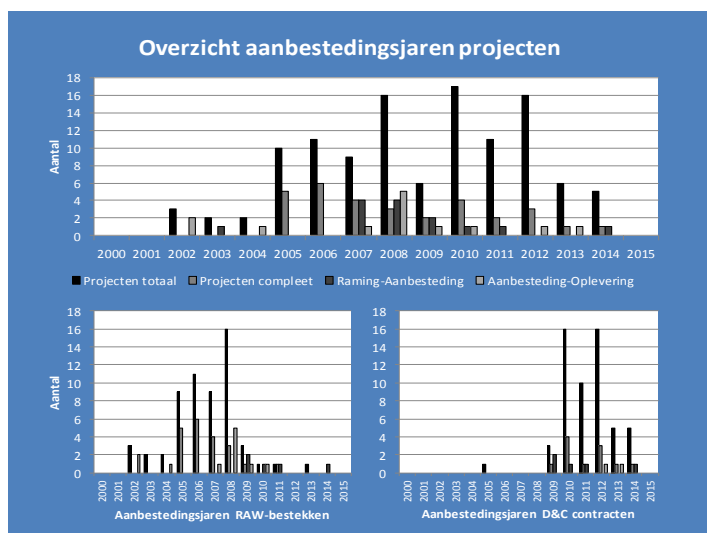
Resultaten/data analyse

In de analyse op projectniveau is gekeken wat er precies aan projecten is verzameld. Er is onderscheid gemaakt in het aantal projecten en het aantal complete projecten. Onder een compleet project is het volgende verstaan: onderscheid in directe en indirecte bouwkosten van de raming en aanbesteding, en totale bouwkosten bij oplevering. Aangezien in dit onderzoek onderscheid is gemaakt in de fase tot en met de aanbesteding en in de fase aanbesteding tot en met oplevering, kunnen ook deels complete projecten in de dataset aanwezig zijn. Hieronder is aangegeven welke onderdelen zijn geanalyseerd:

- Aantal verzamelde projecten
- Aanbestedingsjaren van verzamelde projecten
- Contractvorm van verzamelde projecten

Aantal	Totaal	Compleet	Raming-	Aanbesteding-	Niet compleet
---------------	---------------	-----------------	----------------	----------------------	----------------------

projecten			Aanbesteding	Oplevering	
Totaal	114	31	14	13	56
RAW-bestek	58	20	9	11	18
D&C contract	56	11	5	2	38

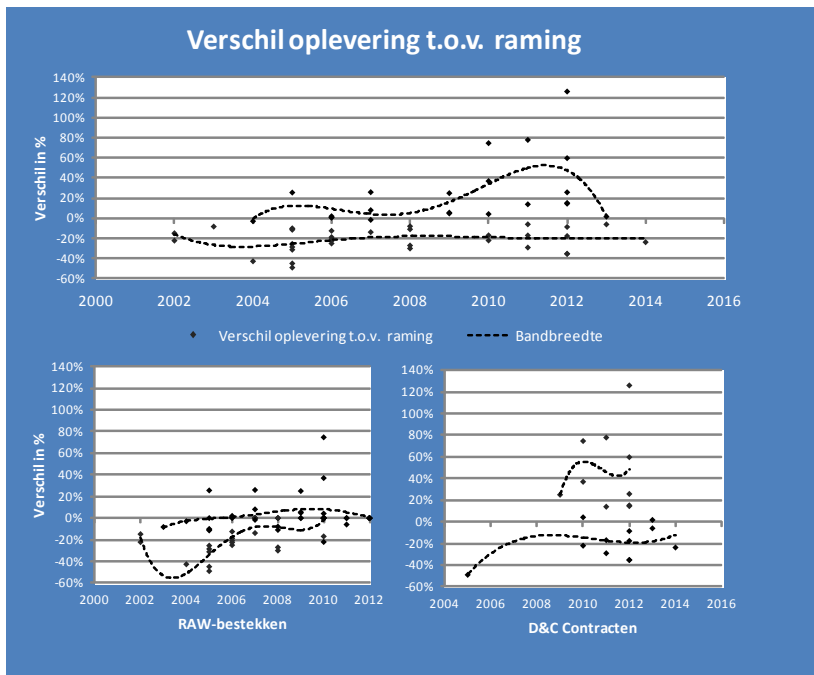


Vervolgens is de huidige situatie zijn de projecten geanalyseerd vanaf de raming tot en met de oplevering. In tabel hieronder is eerst het totaal van alle projecten weergegeven, waarna vervolgens de projecten zijn uitgesplitst in de contractvormen RAW-bestek en D&C contract.

<u>Aantal projecten</u>	N=	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Bereik aanbestedingsjaren	Gemiddelde inschrijfsom
Totaal	55	-3,0%	31,8%	2002-2014	€ 8.688.978
RAW-bestek	33	-11,9%	16,4%	2002-2011	€ 1.826.365
D&C	22	10,5%	43,3%	2005-2014	€ 18.982.898

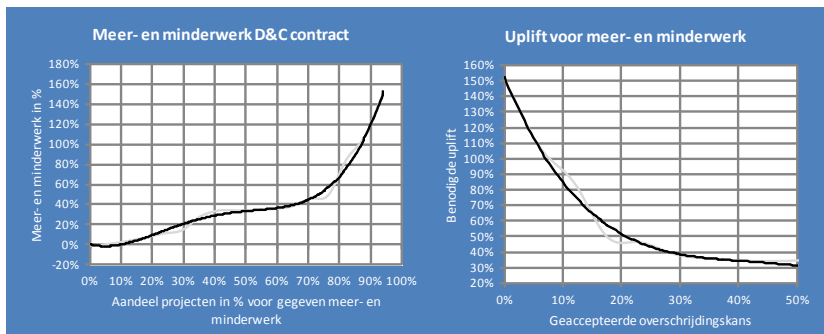
Hierboven is een waarneembaar verschil te zien tussen de contractvormen. Zo blijkt dat er sprake is van een hogere gemiddelde kostenoverschrijding bij een D&C contract. Ook is te zien dat de gemiddelde inschrijfsom bij een D&C contract een stuk hoger ligt in vergelijking met een RAW-bestek. Met behulp van statische software (minitab) is getoetst of dit waargenomen verschil significant is. Uit de resultaten, zie bijlage 5.1., is op te maken dat er sprake is van significant verschil tussen de verschillende contractvormen. Dit sluit aan met de analyse in hoofdstuk 3.4. Waarin is geconcludeerd dat de opdrachtgever voor een meer geïntegreerde contractvormen moet kiezen wanneer de complexiteit van een project toeneemt. Waarbij de factor complexiteit te herleiden is naar de hoogte van de inschrijfsom.

In Figuur 5.3 is de vergelijking tussen de bouwkosten in de raming en de bouwkosten bij oplevering uitgezet in de tijd. Hierbij geeft 0% geen verschil tussen de geraamde bouwkosten en de bouwkosten bij oplevering weer. Uit dit figuur is op te maken dat de spreiding van het verschil tussen de raming en de oplevering toeneemt, naarmate de projecten meer recent worden. Echter blijkt dat de grotere spreiding voornamelijk is veroorzaakt door projecten met een D&C contract, aangezien deze projecten meer recent zijn toegepast.



Toepassing model

Op basis van de data analyse is het model om functionaliteitgericht te ramen opgezet. In dit model worden de uplifts bepaald voor verschillende projectfases. Zo is hieronder te zien hoe een uplift wordt bepaald voor de correctie van meer- en minderwerk ten opzichte van de inschrijving van de opdrachtnemer.



Voor het model is een geaccepteerde overschrijdingskans bepaald van 30% wat overeen komt met de trefzekerheid van een SSK-raming.

Geaccepteerde overschrijdingskans	Uplift
35%	35,5%
30%	37,6%
29%	38,0%

Wanneer de uplift's voor de gearceerde onderdelen zijn bepaald, kunnen deze onderdelen worden aangevuld op de directe bouwkosten zoals vastgesteld door een opdrachtgever van een project. Dat het model tot een betere trefzekerheid van een raming kan leiden is te zien in het onderstaande rekenvoorbeeld. Waar in de huidige situatie sprake is van het hoger uitvallen van de bouwkosten is na de toepassing sprake van het lager uitvallen van de bouwkosten. Als referentie is hier de raming van de opdrachtgever gebruikt

D&C contract	Huidige situatie	Uplift	RCF model
Directe bouwkosten raming	€ 20.308.620		€ 16.592.142
Uplift veranderende opdracht		-18,3%	

Totale bouwkosten raming	€ 25.202.998		€ 21.271.126
Percentage idk	24,1%		28,2%
Hoogte aanbesteding	€ 18.982.898		€ 18.982.898
Verschil aanbesteding/raming	-24,7%		-10,8%
Uplift voor oplevering		37,6%	
Geraamde bouwkosten			€ 29.269.069
Meer- en minderwerk	46,8%		
Totale bouwkosten oplevering	€ 27.872.589		€ 27.872.589
Verschil oplevering/raming	10,6%		-4,8%

Conclusie

Gedurende dit onderzoek is een model opgesteld om functionaliteitgericht te kunnen ramen. In dit model is onderscheid gemaakt in de eigenschappen project-specifiek, werkelijkheid en niet-project-specifiek. Dit omdat deze eigenschappen geïdentificeerd zijn als essentiële eigenschappen om functionaliteitgericht mee te ramen en zo het probleem van kostenover- en onderschrijdingen tegen te gaan. Voor de eigenschap project-specifiek is een hoeveelhedenmodel opgesteld. Voor de eigenschap werkelijkheid is een neurale netwerk toegepast. De eigenschap niet-project-specifiek is in kaart gebracht met behulp van de RCF methode. Daarnaast is gebleken dat het zinvol is om op bouwkosten van wegebouwprojecten het functionaliteitgericht ramen toe te passen. Hiervan zijn bouwkosten over meerdere projectfasen voor in het model opgenomen. Voor dit onderzoek is de onderstaande hoofdvraag opgesteld, welke is onderbouwd met deelvragen. Deelvragen zijn in dit onderzoek per hoofdstuk beantwoord.

Hoofdvraag

Geeft het functionaliteitgericht ramen in de vroege projectfase van een civiel project betrouwbare resultaten met betrekking tot het inschatten van kosten?

Uit het onderzoek is gebleken dat het model (nog) geen betrouwbare maar wel veelbelovende resultaten weergeeft. Dit geldt eveneens wanneer onderscheid is gemaakt in de 3 sub modellen.

- *Hoeveelhedenmodel: Betrouwbaar als geheel, niet betrouwbaar bij afzonderlijke hoeveelheden en projecten.*

In geval van het hoeveelhedenmodel zijn de resultaten voor het vaststellen van de totale hoeveelheden nauwkeurig voor een variatie van 5% met een betrouwbaarheidsinterval van 95%. Echter is gebleken dat voor het vaststellen van hoeveelheden van afzonderlijke projecten een groot verschil kan zitten tussen het model en de validatie-set. Dit is eveneens het geval voor het vaststellen van afzonderlijke hoeveelheden als bijvoorbeeld de hoeveelheid asfalt of fundering. Een andere factor is dat het hoeveelhedenmodel is gevalideerd aan slechts 5 projecten, dit komt de betrouwbaarheid niet ten goede.

- *Neurale netwerk kostenmodel: Niet betrouwbaar, presteert wel beter in vergelijking met een regressiemodel.*

Het neurale netwerk kostenmodel dient beter te presteren dan het verschil in directe bouwkosten voor een RAW-bestek. Dit omdat is geconcludeerd dat het verschil in directe bouwkosten voor een RAW-bestek ontstaat door een verschil in eenheidsprijzen tussen de aanbesteding van de opdrachtnemer en de raming van de opdrachtgever. In dit onderzoek is gebleken dat het neurale netwerk kostenmodel niet in staat is om betrouwbare resultaten te genereren voor de huidige invoer. Hiervoor zijn verschillende oorzaken aangedragen. Als eerste is de dataset niet voldoende groot vergeleken met datasets uit de literatuuranalyse. Ten tweede is een vergelijking in de bovengenoemde activiteiten te grof. Een beter resultaat kan worden gegenereerd wanneer bijvoorbeeld in het geval van aanbrenge van asfalt onderscheid is gemaakt in asfaltsoorten. Verder zijn voor het neurale netwerk kostenmodel enkel variabelen gebruikt welke zijn benoemd in de inschrijfstaten. Mogelijk dat niet-benoemde variabelen invloed op de verhouding tussen de eenheidsprijs in de raming en aanbesteding hebben. Denk hier bijvoorbeeld aan het te verwijderen materiaal of de breedte van de weg. Echter valt wel te concluderen dat met een neurale netwerk kostenmodel in de toekomst betrouwbare resultaten kunnen worden behaald. Aangezien het neurale netwerk kostenmodel voor het aanbrenge van asfalt beter presteert dan een regressiemodel.

- *RCF model: Uitschieters beïnvloeden validatie van het RCF model.*

Als laatste is het RCF model opgezet om de eigenschap niet project-specifiek in kaart te brengen. Voor dit model is onderscheid gemaakt in de contractvormen D&C contract en RAW-bestek. Dit omdat in de data analyse is gebleken dat er sprake is van een significant verschil tussen deze contractvormen. Het onderscheid in contractvormen heeft invloed gehad op de grootte van de dataset voor het RCF model. Het uitgangspunt van de dataset voor het RCF model is vastgesteld op 50 projecten, waarvan 25% gebruikt dient te worden voor de validatie van het RCF model. Echter heeft onderscheid in contractvormen geleid tot een kleinere dataset voor het RCF model. Wat ook van invloed is op de validatie van het RCF model. Dit omdat uitschieters de betrouwbaarheid van de resultaten vertroebelen. Echter blijkt dat wanneer het RCF model is getoetst aan een grotere dataset, het RCF model wel in staat is om een significant hogere trefzekerheid te behalen. Waaruit is geconcludeerd dat het model in staat is om in de toekomst mogelijk betrouwbare resultaten genereren, wanneer het is toegepast op een grotere dataset.

Aanbevelingen

Om het onderzoek en het model te optimaliseren zijn hieronder aanbevelingen gegeven. Externe aanbevelingen hebben een positief effect op het resultaat van het huidige onderzoek. Interne aanbevelingen leiden tot een verbetering van het huidige onderzoek. Deze aanbevelingen zijn met name geschikt voor de opdrachtgever, aangezien de opdrachtgever voor de gevolgen van een kostenoverschrijding op een project wordt aangekeken.

Externe aanbevelingen

- *Geen onderscheid in markteconomische- en bedrijfseconomische raming.*

Ter Haar heeft in 2010 aangegeven dat kostenramers door het onderscheid in een bedrijfseconomische- en markteconomische raming meer verantwoordelijkheden naar zich toetrekken. Verantwoordelijkheden welke toebehoren aan een financier in plaats van een kostenramer. Een scheiding in verantwoordelijkheden tussen de financier en de kostenramer is tevens aangegeven in de SSK. Echter valt te concluderen dat onderscheid in verantwoordelijkheden tussen de kostenramer en financier moeilijker is na te streven bij onderscheid in een bedrijfseconomische- en markteconomische raming. Dit komt doordat de kostenramers door het opstellen van een bedrijfseconomische raming een extra reserve inbouwen. Waardoor bouwkosten in een kostenraming hoger uitvallen vergeleken met een inschrijfstaat van de opdrachtnemer. Door middel van het toepassen van het RCF model is onderscheid gemaakt in een raming voor aanbesteding en een raming voor oplevering. Bij een mogelijk toekomstige toepassing van het model moeten kostenramers een markteconomische raming nastreven.

- *Meer transparantie.*

Het verleggen van de verantwoordelijkheden van kostenramer naar financier kan een basis zijn voor het verkrijgen van transparantie tussen verschillende partijen in het bouwproces. Deze basis kan verkregen worden wanneer geen onderscheid is gemaakt tussen een bedrijfseconomische- en markteconomische raming. Dit omdat het verschil tussen de raming van de opdrachtgever en de inschrijfstaat afneemt. Wanneer er geen onderscheid is een markteconomische- en een bedrijfseconomische raming, zal de opdrachtgever eerder bereid zijn om zijn raming te delen met de opdrachtnemer. Waardoor meer transparantie ontstaat en partijen, welke betrokken zijn in een project, beter in staat om van elkaar te leren.

- *Spreiding van data binnen de organisatie van opdrachtgevers.*

Tijdens het data verzamelen is waargenomen dat data binnen elke organisatie verschillend verspreid is. Deze verspreiding heeft te maken met het beschikbaar stellen van het budget en de verschuiving van de verantwoordelijkheden binnen de organisatie, wanneer een project is aanbesteed. Ten gevolge van de spreiding van informatie van kosten binnen de organisatie hebben kostenramers vaak geen inzicht in wat het project heeft gekost. Zodoende zijn ze niet op de hoogte of hun kostenraming op voorhand juist was en waardoor mogelijke kostenoverschrijdingen zijn ontstaan. Wanneer kostenramers meer inzicht krijgen in kosten door de loop het project heen, kunnen ze van zichzelf leren en zijn ze mogelijk beter in staat om een outside view van een nieuw project te genereren.

- *Meer bereidheid tot data verstrekken.*

Wanneer meer inzicht is in kosten door de loop van het project heen, is het mogelijk om eenvoudiger een database op te stellen voor het RCF model. Door meer transparantie kan de opdrachtnemer eerder bereid zijn om eenheidsprijzen met hoeveelheidsprijzen te verstrekken. Deze kunnen vervolgens in de database gevoegd worden, zodat de opdrachtgever deze kan gebruiken voor het

opzetten van zijn raming. Hierdoor zal het ook minder noodzakelijk zijn om de eenheidsprijzen voor verschillende materialen te indexeren naar het actuele prijsniveau. Maar hoeft enkel de verhouding tussen de eenheidsprijs in de fase voorontwerp en de gecorrigeerd te worden naar het prijspeil bij de toekomstige aanbesteding.

Interne aanbevelingen

- *Toepassen van grotere dataset voor het model en validatie.*

Het toepassen van een grotere dataset is de eerste stap welke genomen moet worden om het functionaliteitgericht ramen geschikt te laten zijn. In geval van alle sub modellen blijkt dat de dataset voor het model en/of validatie niet voldoende groot is. Hierdoor vertroebelen uitschieters de resultaten van het onderzoek. Daarom dient het model toegepast te worden op een grotere dataset om de invloed van uitschieters af te laten nemen. Een voorwaarde voor het toepassen van een grotere dataset is dat dataverstreckende partijen hun data archivering afstemmen op het model. Dit zal de implementatie van het model vereenvoudigen.

- *Onderscheid in materialen en projectwerkzaamheden.*

Wanneer het model is toegepast op een grotere dataset kan vervolgens onderscheid worden gemaakt in projectwerkzaamheden. Dit kan met name van toegevoegde waarde zijn voor het neurale netwerk kostenmodel en het RCF model. Zoals te zien is gebleken is hoofdstuk 6.2 zorgt onderscheid in materialen tot een beter resultaat dan wanneer alle materialen zijn samengevoegd in het neurale netwerk kostenmodel. In geval van het RCF model kan onderscheid in projectwerkzaamheden leiden tot een verbeterde trefzekerheid. Zo is een project waarbij een nieuwe weg wordt aangelegd complexer dan een project waar wegonderhoud plaatsvindt. Dit omdat een nieuwe weg moet worden ingepast in de omgeving en een project met wegonderhoud al is ingepast in de omgeving.

- *Onderscheid in meerwerk op de huidige scope en meerwerk ten gevolge van scope uitbreiding*

Een andere aanbeveling is onderscheid maken in meerwerk. In dit onderzoek is onder meerwerk het volgende verstaan:

- **Meerwerk op de huidige scope**
- **Meerwerk ten gevolge van scope uitbreiding**

In de beschikbare data is geen onderscheid aanwezig tussen de bovengenoemde vormen van meerwerk. Echter voor toekomstig onderzoek kan het een toegevoegde waarde zijn om voor meerwerk onderscheid te maken in meerwerk op de huidige scope en meerwerk ten gevolge van scope uitbreiding.

- *Toepassen op andere gebieden binnen de GWW-sector.*

Dit onderzoek bevat slechts een klein onderdeel van GWW-projecten, wegebouwprojecten. Van wegebouwprojecten zijn enkel elementen meegenomen welke van invloed zijn op het wegalignment. Elementen welke niet van invloed zijn op het wegalignment als kunstwerken of geluidschermen zijn niet meegenomen. Voor toekomstig onderzoek kan het model uitgebreid worden door te focussen op andere GWW-projecten. Wanneer elk stukje verder wordt uitgewerkt komt het allesomvattende geheel voor dit model beter in beeld. En zijn de resultaten met betrekking tot het analyseren van projecten waarin de wegaanleg zelf slechts een klein onderdeel is van het totale project ook nauwkeuriger.

- *Eerst afzonderlijke modellen toepassen alvorens het gehele model te gebruiken.*

Voor de toepassing van het model voor functionaliteitgericht ramen dienen eerst de afzonderlijke sub modellen te worden toegepast. Aangezien de trefzekerheid van een sub-model groter is dan de trefzekerheid van het gehele model. Wanneer de toepassing van de sub modellen een succes blijkt te zijn kan vervolgens het gehele model in gebruik worden genomen. Eveneens kan dan besloten worden om ook andere kostencategorieën als vastgoedkosten of engineeringskosten mee te nemen in het model.

Afsluiting

Ondanks dat het functionaliteitgericht ramen potentie heeft om de spreiding van kostenonder- en overschrijdingen terug te dringen. Zal het voor blijven komen dat er projecten zijn welke te maken hebben met een kostenoverschrijding. Hiervoor zal men moeten accepteren dat niet alles valt te

ramen, omdat men op voorhand niet alles kan weten. Dit sluit aan bij de volgende uitspraak van Graham M. Winch:

'Estimating is like witchcraft; it involves foretelling situations about which little is known' – Graham M. Winch

Referenties

- Cantarelli, C. C., 2011. *Cost Overruns in Large-Scale Transport Infrastructure Projects*, Delft: TU Delft.
- CROW, 2010. *Standaardsystematiek voor kostenramingen -SSK- 2010*. Ede: CROW.
- Flyvbjerg, B., 2008. Curbing Optimism Bias and Strategic Misrepresentation in Planning: Reference Class Forecasting in Practice. *European planning studies*, pp. 3-21.
- Nicholls, A., 2009. *The Forecasting Guidebook*. Bristol: Defence equipment and support.
- Vrijdenker, 2009. *vrijdenker.infoteur.nl*. [Online]
Available at: <http://vrijdenker.infoteur.nl>
[Geopend 3 Mei 2011].
- Winch, G. M., 2010. *Managing construction projects*. 1 red. Oxford: Wiley Blackwell.

Voor een volledige versie van het rapport zie:

<https://www.dace.nl/kennisbank/search?queryString=&sort=date%7Cdesc&tags=&auteur=monninkhof#queryString>