

RISICO'S EN ONZEKERHEDEN

SPECIAL INTEREST GROUP GWW DACE
WERKGROEP RISICO'S EN ONZEKERHEDEN

Opgesteld/geautoriseerd door : Werkgroep Risico's en Onzekerheden

Status : Definitief
Versie : 7
Rapportdatum : mei 2007

INHOUD

1	<u>INLEIDING</u>	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doelstelling	3
1.3	Doelgroep	3
1.4	Leeswijzer	3
2	<u>ONZEKERHEDEN IN KOSTENRAMINGEN</u>	4
3	<u>DETERMINISTISCH EN PROBABILISTISCH RAMEN</u>	6
3.1	De deterministische raming	6
3.1.1	OPZET VAN DE RAMING	6
3.1.2	ONZEKERHEDEN IN DE RAMING	6
3.2	De probabilistische raming	6
3.2.1	OPZET VAN DE RAMING	6
3.2.2	ONZEKERHEDEN IN DE RAMING	6
3.2.3	AFHANKELIJKHEID EN ONAFHANKELIJKHEID	7
3.3	Managementinformatie op basis van de ramingen	8
3.3.1	VERGELIJKING VAN ONZEKERHEDEN IN DE DETERMINISTISCHE EN DE PROBABILISTISCHE RAMING	8
4	<u>ONZEKERHEDEN BINNEN DE RAMING</u>	10
4.1	Inleiding	10
4.2	Onzekerheden	10
4.2.1	NORMALE ONZEKERHEDEN	10
4.2.2	BIJZONDERE GEBEURTENISSEN	11
4.2.3	BESLISONZEKERHEDEN	12
4.2.4	KENNISONZEKERHEDEN	12
4.2.5	TOEKOMSTONZEKERHEDEN	12
4.3	Nader te detailleren	13
4.4	Voorbeeld budgetraming	14
5	<u>PROJECTFASES EN ONZEKERHEDEN</u>	15
6	<u>RISICOREDUCERENDE MAATREGELEN</u>	17
7	<u>INTERPRETATIE UITKOMSTEN PROBABILISTISCHE RAMING</u>	18
8	<u>DEFINITIES</u>	20

COLOFON

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Uit de ervaring blijkt dat de huidige gereedschappen, vanuit de standaard systematiek voor kostenramingen, nog niet zondermeer leiden tot uniformiteit in de presentatie van onzekerheden in ramingen.

Transparante besluitvorming op basis van onzekerheden wordt hiermee bemoeilijkt.

Vanuit de dagelijkse praktijk is ervaring opgedaan met de Standaard Systematiek Kostenramingen. Tijdens het gebruik zijn op het gebied van risico's en onzekerheden een aantal onduidelijkheden geconstateerd, die aanleiding geven om tot een nadere aanscherping te komen.

1.2 Doelstelling

Doelstelling van deze rapportage is om verbetervoorstellen voor de systematiek en de definities aan te dragen zodat aan de gebruiker handvatten worden aangereikt voor een eenduidig gebruik van de SSK-systematiek. Het effect dient te zijn dat de gemiddelde SSK-gebruiker een beter inzicht krijgt in onzekerheden die samenhangen met kostenramingen waarmee de uniformiteit wordt bevorderd.

1.3 Doelgroep

Dit document is bedoeld voor kostenramers die gebruik maken van de SSK-systematiek en rapporteren over onzekerheden in hun ramingen aan opdrachtgevers.

Dit document is opgesteld door de werkgroep Risico's en onzekerheden geïnitieerd door de Special Interest Group GWW van DACE. Na vaststelling van dit document zullen verbetervoorstellen via de Special Interest Group GWW van DACE worden aangeboden aan de CROW.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk twee wordt eerst een beknopte introductie gegeven van het verloop van onzekerheden in verschillende projectfasen. Vervolgens wordt in hoofdstuk drie het verschil tussen een deterministische raming en een probabilistische raming toegelicht. In hoofdstuk vier wordt aangegeven welke soorten onzekerheden er zijn en wordt aangegeven hoe deze kunnen worden verwerkt in de probabilistische raming. In hoofdstuk vijf wordt de ontwikkeling van de grootte van onzekerheden per projectfase toegelicht waarna in hoofdstuk zes wordt ingegaan op de wijze waarop met risico's kan worden omgegaan. In hoofdstuk zeven wordt ingegaan op de interpretatie van de onzekerheid rond het ramingsbedrag op grond van een probabilistische raming.

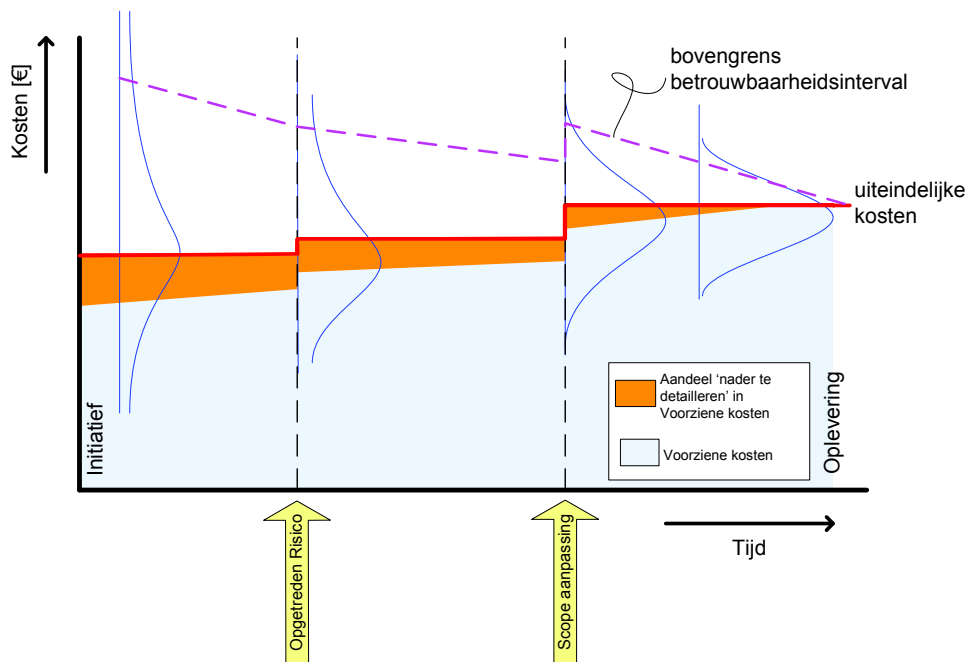
2 ONZEKERHEDEN IN KOSTENRAMINGEN

Voor het inschatten van het benodigde budget van een te realiseren project zijn aannames nodig omdat met name in vroege projectfasen nog geen precies beeld bestaat van het uiteindelijk te realiseren resultaat. Toch is het in vroege projectfasen belangrijk om een zo goed mogelijk schatting te kunnen maken van het uiteindelijk benodigde budget.

De financiële onzekerheden die samenhangen met het uitwerkingsniveau van het ontwerp, worden als reservering meegenomen. Deze onzekerheden nemen bij verdere uitwerking van het project af. Bij een meer gedetailleerde uitwerking weet je immers beter uit welke kostenposten de raming van het budget moet worden opgebouwd, ofwel onzekerheden worden zekerheden.

In figuur 1. is de ontwikkeling van de kosten (rode, dikke, doorgetrokken lijn) weergegeven in verschillende projectfasen. In vroege projectfasen is de raming van de verschillende onderdelen voor wat betreft de 'bekende' kostenposten nog niet zo hoog als het uiteindelijke bedrag omdat nog niet volledig gedetailleerd is wat gemaakt moet worden. Om hier invulling aan te geven is de post "nader te detailleren" bedacht. Deze post is geen reservering voor onvoorziene gebeurtenissen, maar gaat op aan voorziene bouwkosten.

De mate van uitwerking én de risico's bepalen de onzekerheid rond de voorziene kosten.



Figuur 1 Ontwikkeling van kosten én spreiding rond het ramingsbedrag

Bij onderzoek naar het verschil tussen budgetramingen in vroege projectfasen en de uiteindelijke kosten voor de realisatie blijkt, dat veel projecten duurder zijn uitgevallen dan de initiële raming.

Een nadere analyse leert dat met name scope-uitbreidingen en prijsstijgingen debet zijn aan het grootste deel van deze 'overschrijdingen'. Zowel de scopewijzigingen als de prijsstijgingen zijn veranderingen in de uitgangspunten, die niet worden meegenomen bij het opstellen van een raming.

Hierbij wordt opgemerkt dat scopewijzigingen het gevolg zijn van (politieke/bestuurlijke) besluitvorming rond het project. Het betreffen daarmee 'bewuste' keuzes waarvoor extra budget moet worden gereserveerd. Prijsstijgingen hangen daarentegen niet samen met beslissingen in het kader van het uit te voeren project, maar zijn afhankelijk van macro-economische ontwikkelingen.

Op basis van evaluaties van uitgevoerde projecten blijkt dat, met name in vroege projectfasen, de kosten vaker te optimistisch worden ingeschat. Er is daardoor meer kans op overschrijding van het berekende bedrag. Daarom zijn de kansdichtheidsfuncties scheef, (zie figuur 1, blauwe lijnen).

3 DETERMINISTISCH EN PROBABILISTISCH RAMEN

3.1 De deterministische raming

3.1.1 Opzet van de raming

Reeds vele eeuwen worden ramingen gemaakt om de te verwachten kosten te berekenen. Hiertoe werden en worden hoeveelheden bepaald die worden vermenigvuldigd met (eenheids)prijzen. Per post wordt zo goed mogelijk het uiteindelijke ramingsbedrag bepaald, waarmee uiteindelijk een meest waarschijnlijke waarde¹ wordt verkregen voor elke post.

Door sommatie van alle posten wordt een totaalbedrag vastgesteld. Dit totaalbedrag, gebaseerd op de meest waarschijnlijke waarde heeft een onder- en overschrijdingskans van 50% en wordt daarom ook wel een *modale raming* genoemd.

3.1.2 Onzekerheden in de raming

Beslissers willen vaak meer zekerheid ten aanzien van de uiteindelijke kosten. Daarom wordt aan het vastgestelde totaalbedrag een bedrag toegevoegd voor de 'onvoorziene kosten' gebaseerd op basis van nacalculaties van vergelijkbare projecten of 'expert judgement'. De 'onvoorziene kosten' worden feitelijk ingeschat volgens een 'black-box' methode waarbij geen specifiek inzicht wordt verkregen over de onderdelen waaruit de kosten zijn opgebouwd.

3.2 De probabilistische raming

3.2.1 Opzet van de raming

Een probabilistische raming is voor wat betreft het aandeel van de voorziene kosten gebaseerd op de deterministische raming. Naast de voorziene kosten worden in de probabilistische raming ook posten meegenomen waarvan het niet zeker is of deze uitgaven voor realisatie van het project nodig zijn. Om te voorkomen dat daarmee een overschatting van het ramingsbedrag wordt verkregen wordt de kans dat deze kosten moeten worden gemaakt betrokken bij het bepalen van het totaalbedrag.

3.2.2 Onzekerheden in de raming

In de probabilistische raming wordt voor elke hoeveelheid en (eenheids)prijs per post door de kostenrammer een inschatting gemaakt van de onzekerheden. Deze onzekerheden worden wel aangeduid als 'normale' onzekerheden.

Naast de ingeschatte onzekerheid per ramingspost is het ook mogelijk dat er kostenbijdragen voortkomen uit gebeurtenissen die niet in de raming zijn opgenomen. Deze gebeurtenissen worden vanwege het 'onzekere' karakter wel bijzondere gebeurtenissen genoemd.

¹De meest waarschijnlijke waarde uit de deterministische raming is de T-waarde voor de probabilistische raming.

Bij een probabilistische raming worden de bijzondere gebeurtenissen betrokken in de raming door de kans van optreden én de omvang van het financiële gevolg in te schatten.

Vervolgens kan, gebruik makend van statistische rekenregels, het totale ramingsbedrag worden bepaald uit de som van de verschillende onzekerheden. Naast een ramingsbedrag met de grootste waarschijnlijkheid, volgt daarbij ook inzicht in:

- De bandbreedte rond het meest waarschijnlijke ramingsbedrag;
- De procentuele bijdrage van de verschillende posten aan de totale onzekerheid rond het ramingsbedrag.

3.2.3 Afhankelijkheid en onafhankelijkheid

De afhankelijkheid tussen ramingsposten is een belangrijk aspect bij het bepalen van de uiteindelijke spreiding rond het ramingsbedrag. Twee ramingsposten zijn afhankelijk als er een oorzakelijk verband is dat er voor zorgt dat een tegenvaller in de ene post samenvalt met een tegenvaller in de andere post.

Als bijvoorbeeld een te ontgraven hoeveelheid grond in praktijk groter blijkt dan verwacht, zal de benodigde hoeveelheid aanvullend ook groter zijn dan verwacht.

Eigenlijk zou voor alle eenheidsprijzen en hoeveelheden in de raming moeten worden nagegaan deze afhankelijk zijn van elkaar. Gezien de complexiteit van deze analyse wordt als eenvoudige vuistregel veelal aangenomen dat de normale onzekerheden voor een groot deel² afhankelijk van elkaar zijn en dat de bijzondere gebeurtenissen onafhankelijk van elkaar zijn.

Omwille van de eenvoud wordt de probabilistische raming op twee manieren doorgerekend:

- Volledige onafhankelijkheid van alle ramingsposten. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat niet alles tegelijkertijd goed of fout gaat. Een berekening volgens dit scenario geeft als resultaat de ondergrens van de spreiding rond het ramingsbedrag.
- Volledige afhankelijkheid van alle ramingsposten. Dit gaat uit van de gedachte dat indien er iets fout gaat de rest ook mis loopt. Een berekening volgens dit scenario geeft als resultaat de bovengrens van de spreiding rond het ramingsbedrag.

Advies:

Het verdient aanbeveling om zowel de afhankelijke uitkomsten als de onafhankelijke uitkomsten te rapporteren. Daarbij dient een waardeoordeel te worden gegeven over de diversiteit binnen de raming. Bestaat de raming bijvoorbeeld uit een aantal grote posten die onderling een directe relatie hebben dan is de diversiteit klein en de afhankelijkheid tussen de posten groot. Indien één van de posten een afwijking vertoont, dan wijzigen ook de andere posten. In dit geval zal de onzekerheid beter worden gemodelleerd door de afhankelijke inschatting van de onzekerheden. Evenzo geldt dat, indien de raming veel posten kent die onderling geen relatie hebben, de onzekerheid beter wordt benaderd door de onafhankelijke inschatting.

² Een werk met een grote diversiteit kent een kleinere afhankelijkheid.

3.3 Managementinformatie op basis van de ramingen

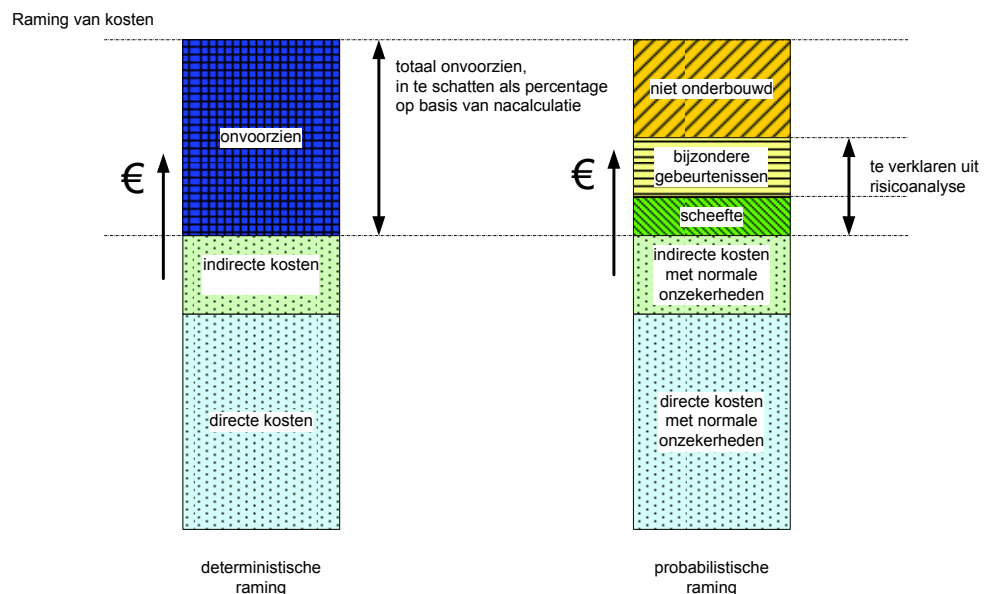
3.3.1 Vergelijking van onzekerheden in de deterministische en de probabilistische raming

Zoals in het voorgaande is toegelicht wordt de probabilistische raming voor een belangrijk deel gebaseerd op de gegevens uit de deterministische raming. Door voor een project zowel een deterministische als een probabilistische raming te maken en deze onderling te vergelijken, wordt 'managementinformatie' verkregen ten aanzien van de onzekerheden rond de geraamde bedragen.

Zoals eerder aangegeven worden onzekerheden in de deterministische raming meegenomen in de vorm van een percentage onvoorzien (zowel object- als projectonvoorzien).

In probabilistische ramingen worden de onzekerheden expliciet gemodelleerd en statistisch verwerkt in het ramingsbedrag. Deze gemodelleerde onzekerheden 'verklaren' een deel van het onvoorzien zoals dat is meegenomen in de deterministische raming.

De in de probabilistische raming meegenomen bijzondere gebeurtenissen omvatten echter niet alle mogelijke tegenvallers. Er zullen altijd zaken blijven die moeilijk of niet van te voren voorspelbaar zijn. Dit aandeel niet voorspelde bijzondere gebeurtenissen wordt wel aangeduid als het niet onderbouwde deel van de raming.



Figuur 2 Opbouw onvoorzien bij een deterministische- en probabilistische raming

Afhankelijk van het uitwerkingsniveau van de risicoanalyse en de onzekerheden in het project zal met behulp van de risicoanalyse een groter of kleiner deel van het 'onvoorzien' kunnen worden verklaard. De grootte van het verklaarde aandeel geeft managementinformatie. Heeft men het idee dat er uitgebreid zicht is op de risico's in het project en wordt slechts een beperkt deel van het onvoorzien uit de deterministische raming verklaard, dan is het deterministisch ingeschatte onvoorzien wellicht pessimistisch. Is er daarentegen nog slechts een beperkt inzicht in de projectrisico's en wordt een groot deel van het onvoorzien verklaard, dan is het ingeschatte onvoorzien waarschijnlijk ontoereikend.

Vuistregels:

- Na een quick-scan van risico's wordt vaak niet meer dan circa 1/3 van de totale post onvoorzien met risico's onderbouwd.
- Na een uitgebreide risicoanalyse wordt in vroege projectfasen meestal circa de helft van de totale post onvoorzien met risico's onderbouwd.
- Na een meer uitgebreide risicoanalyse kan in latere projectfasen, bijvoorbeeld aan bij contractering, wel tot 2/3 van de totale post onvoorzien met risico's worden onderbouwd.

Bovenstaande vuistregels geven aan dat in praktijk vaak een aanzienlijk deel moet worden aangemerkt als 'niet onderbouwd'.

Ten opzichte van de deterministische raming levert de probabilistische raming extra inzicht op ten aanzien van de volgende punten:

- Inzicht in de bijdrage van de verschillende onzekerheden ('normale' onzekerheden en bijzondere gebeurtenissen) aan de totale marge rond het ramingsbedrag.
- Inzicht in de efficiëntie en effectiviteit van mogelijke risicoreducerende maatregelen.
- Mogelijkheid van sturing naar eisen ten aanzien van trefzekerheid en bandbreedte binnen de projectfase.

4 ONZEKERHEDEN BINNEN DE RAMING

4.1 Inleiding

Om tot een objectief inzicht in de onzekerheden binnen de raming te komen, is het van belang om onderscheid te maken tussen de verschillende bronnen van onzekerheid. Belangrijk uitgangspunt voor de **(budget)raming** is een vaste scope. Bij risico-inventarisaties van projecten komen vaak veel zaken aan de orde die te maken hebben met veranderingen van de scope³. Het is belangrijk deze risico's te identificeren. Scopewijzigingen behoren echter niet tot onzekerheden rond het geraamde budget. Met andere woorden als de scope wijzigt, wijzigt ook de (budget)raming.

In dit kader wordt ook wel onderscheid gemaakt naar 'endoge' en 'exogene' risico's:

- Endogene risico's zijn risico's die binnen het project en binnen de opdrachtgeversorganisatie afgewikkeld worden. Deze risico's kunnen worden gedragen door de opdrachtgever (OG) of de opdrachtnemer (ON).
- Exogene risico's zijn risico's die buiten de verantwoordelijkheid van verantwoordelijkheid van de opdrachtgeversorganisatie, zoals wetswijzigingen.

In Tabel 1 worden de verschillende vormen van onzekerheid zowel binnen als buiten de scope schematisch weergegeven.

	Kans	Gevolgen	Type onzekerheid	
Normale onzekerheden (§ 4.2.1)	100%	L, T en U voor hoeveelheden en eenheidsprijzen	Kennisonzekerheden (§ 4.2.4)	Binnen scope en budgetraming → endoegen
Bijzondere gebeurtenissen (§ 4.2.2)	< 50%	Alleen T of L, T en U objectonvoorzien of projectonvoorzien	Toekomstonzekerheden (§ 4.2.5)	
			Beslisonzekerheden (§ 4.2.3)	Buiten scope → exoegen

Tabel 1 Verschillende vormen onzekerheid

In de volgende paragraaf worden de in bovenstaande tabel toegepaste termen nader toegelicht.

4.2 Onzekerheden

4.2.1 Normale onzekerheden

In de onderbouwing van de raming wordt gebruik gemaakt van aannames over bijvoorbeeld de uitvoeringsmethode, de hoeveelheden, de productie snelheden, en het materiaalgebruik. De onzekerheden rond deze aspecten leiden tot mogelijke fluctuaties in hoeveelheden en prijzen, deze onzekerheden worden 'normale onzekerheden'

³ In CROW P137 worden deze onzekerheden aangeduid als beslisonzekerheden / projectonzekerheden.

genoemd. De kans dat een normale onzekerheid optreedt is 100%. De omvang van deze ramingspost varieert binnen opgegeven grenzen. Deze grenzen kunnen worden bepaald door een Lage waarde (L), (verwachte) Topwaarde (T) en (hoge) Uiterste waarde (U) in te schatten.

Een probabilistische berekeningsmethode geeft inzicht in de spreiding die mede wordt bepaald door de gehanteerde bandbreedte rondom het gemiddelde (μ). De normale onzekerheden leiden niet tot een extra onzekerheidsreservering als het verschil tussen de T-L waarde en U-T waarde gelijk is. Is de onzekerheidsmarge van alle posten voor het verschil tussen de U-T waarde groter dan het verschil tussen de T-L waarde, dan volgt uit de probabilistische berekening een extra toeslag die voortkomt uit de 'scheve' inschatting van de normale onzekerheden. Omdat hiermee de kansdichtheid van de normale onzekerheden scheef is verdeeld, wordt dit wel aangeduid als 'scheefte'.

4.2.2 Bijzondere gebeurtenissen

Bijzondere gebeurtenissen (kans van voorkomen < 50%) zijn de risico's die - omdat ze een relatief kleine kans van voorkomen hebben - niet expliciet worden opgenomen in een deterministische raming. In de probabilistische raming wordt de volledige kansverdeling van deze onzekerheden meegenomen.

Een methode om bijzondere gebeurtenissen in beeld te brengen, is het toepassen van de RISMAN® methode. De bijzondere gebeurtenissen hebben een object- dan wel projectgerelateerde bron en worden daarom opgenomen in respectievelijk de post objectonvoorzien of projectonvoorzien.

Objectonvoorzien

Het objectonvoorzien betreft:

- Onvoorziene wijzigingen die binnen de tussen opdrachtgever en opdrachtnemer afgesproken eisen en randvoorwaarden vallen.
- Onvoorziene gebeurtenissen tijdens de uitvoering (uit risicoanalyse).
- Onvoorziene complexiteit tijdens de uitvoering (uit risicoanalyse).
- Technisch constructieve risico's.
- Ontwerprisico's.

Dit alles valt binnen de grenzen van de eenduidig omschreven scope van het object. De post 'object onvoorzien per deelraming' bevat in de praktijk hoofdzakelijk het technisch constructieve onvoorzien.

Projectonvoorzien

Het projectonvoorzien betreft:

- Onvoorziene planontwikkeling en voortschrijdend inzicht tijdens het doorlopen van de diverse fasen van het project.
- Onvoorziene juridische procedures.
- Uitstel c.q. vertraging van het totale plan of onderdelen daarvan.
- Compenserende en mitigerende maatregelen ten aanzien van betrokken partijen en belanghebbenden.
- Onvoorziene gebeurtenissen (object overstijgend) uit de risicoanalyse.

De post projectonvoorzien voorziet in alle onvoorziene wijzigingen die binnen de tussen opdrachtgever en opdrachtnemer afgesproken eisen en randvoorwaarden (scope) vallen. De post projectonvoorzien is dus niet bedoeld om aanvullende wensen (zonder aanvullend budget) te realiseren.

4.2.3 Beslisonzekerheden

Van elk afzonderlijk alternatief wordt een raming gemaakt, die wordt benut als informatie voor de besluitvorming. Bij beslisonzekerheid zijn er meerdere projectscopes (meerdere alternatieven of varianten). De kostenramer raamt desgewenst elke projectscope. Elke variant heeft vervolgens zijn unieke risicoprofiel. Het is vervolgens aan de opdrachtgever welke scope en bijbehorende raming hij als referentie aanneemt.

4.2.4 Kennisonzekerheden

Onder 'kennisonzekerheid' wordt verstaan: het ontbreken van informatie om een beschrijving te maken van het plan, de situatie, het scenario, het systeem of de variabelen.

De kans van optreden van kennisonzekerheden bedraagt 100%, maar de financiële gevolgen zijn vooraf niet bekend.

Kennisonzekerheid speelt zich in principe geheel binnen de projectscope af en wordt veroorzaakt door onnauwkeurigheid in de onderliggende gegevens (vertaald in de bandbreedte rond prijzen per eenheid en hoeveelheden, de zogenaamde normale onzekerheden).

4.2.5 Toekomstonzekerheden

Toekomstonzekerheden betreffen onzekerheden die in de toekomst liggen. De kans van optreden en het mogelijke gevolg hiervan zijn onbekend. Het gaat hier om gebeurtenissen gedurende de loop van het project die invloed (kunnen) hebben op het project. Dergelijke gebeurtenissen hebben doorgaans een kleine kans van voorkomen (<50%), maar ze kunnen een aanmerkelijk financieel gevolg hebben voor het project. Deze bijzondere gebeurtenissen kunnen zich zowel in de (nog resterende) ontwerpfase voordoen, als in de uitvoeringsperiode. Binnen de scope dient de kostenramer rekening te houden met deze gebeurtenissen als onderdeel binnen de post object-respectievelijk projectonvoorzien. Buiten de scope worden deze als reserve extern onvoorzien aangemerkt.

4.3 Nader te detailleren

In een raming wordt een post nader te detailleren (NTD) opgenomen, omdat in de vroege projectfasen nog weinig details bekend zijn of nog beperkte informatie beschikbaar is. Het inschatten van deze incompleetheid ('ruis') in de specificaties en 'witte of grijze vlekken' in het ontwerp of in de veronderstelde uitvoeringsmethode (die ten grondslag ligt aan de keuze van een (ken)getal) is voor de kostenrammer van groot belang. Een oplossing kan zijn het gebruik maken van vergelijkbare referenties. Ook kan worden gewerkt met een toeslag op de directe en indirecte kosten. Deze toeslag op de bekende kosten dient dan voor wel voorzienbare maar niet expliciet uitgewerkte onderdelen van het ontwerp. De post nader te detailleren valt volledig binnen de bouwkosten en maakt geen onderdeel uit van de post onvoorzien.

Advies:

Bij budgetbewaking en nacalculaties dient expliciet onderscheid te worden gemaakt tussen het nader te detailleren, normale onzekerheden en bijzondere gebeurtenissen.

4.4 Voorbeeld budgetraming

De opbouw van de budgetraming inclusief de plaats van de verschillende onzekerheden is opgenomen in figuur 3.

Project :		Datum :		1 januari 2006			
Projectnummer :		Prijspeil :		januari 2006			
Object :		Status :					
Soort calculatie / RVOI fase :		Versie :					
Opgesteld:							

Kostencategorieën	KOSTENSOORTEN	Voorziena kosten				SOM direct + indirect	SOM nader te detailleren	Onvoor- ziena kosten (Object)	TOTAAL
		directe kosten		indirecte kosten					
		bekend	nader te detailleren	bekend	nader te detailleren				
A+B	Bouwkosten	-	-	-	-	-	-	-	
C	Vastgoedkosten	-	-	-	-	-	-	-	
D	Engineeringskosten	-	-	-	-	-	-	-	
E	Overige bijkomende kosten	-	-	-	-	-	-	-	
totaal (A+B+C+D+E)		-	-	-	-	-	-	-	
F	Basisraming								-
G	Projectonvoorzien	(bedrag uit TAB of percentage van [F])					0%		-
H	Investeringskosten, excl. BTW	T-waarde							-
	scheefte						0%		-
I1	Investeringskosten, excl. BTW (H+scheefte)	Mu-waarde							€ 0
I2	Bandbreedte bij	Laagste waarde							€ 0
I3	betrouwbaarheidsinterval van	70%	Hoogste waarde						€ 0
J	BTW (percentage van I)								-
J1	Normaal						19%		
J2	Grondverwerving						6%		
K	Investeringskosten, incl. BTW (I+J)	Mu-waarde							€ 0
L	Onzekerheidsreserve								
M	Reserve extern onvoorzien								
N	Totaal budgetreservering								€ 0
	Overschrijdingskans budgetreservering						50%		

 Normale onzekerheden

 Objectonvoorzien

 Projectonvoorzien

Figuur 3 Rapportage format SSK investeringsmodel

5 PROJECTFASES EN ONZEKERHEDEN

Binnen een project kunnen verschillende projectfasen worden onderscheiden. Een mogelijke indeling van een project in projectfasen is:

- planstudie;
- contractvoorbereiding (voorontwerp / definitief ontwerp / besteksontwerp of specificaties);
- realisatie;
- beheer en onderhoud;
- exploitatie.

Iedere projectfase heeft zijn eigen risico's en daarmee een eigen risicoprofiel, maar er zit wel degelijk een lijn in welke gerelateerd kan worden aan de projectfasen. Tusseliggende variaties op de projectfasen worden verder buiten beschouwing gelaten. Dus ook hier van grof naar fijn. Met nadruk wordt erop gewezen dat in alle fasen het risicoprofiel goed in kaart gebracht moet worden met de dan aanwezige kennis per projectfase.

De spreiding rond het ramingsbedrag is ondermeer afhankelijk van de fase waarin het project zich bevindt. Hoe verder een project uitgewerkt is hoe kleiner de bandbreedte. Dit geldt in hoofdlijnen ook voor het risicoprofiel per projectfase. Bij grote infrastructurele projecten komen de volgende bandbreedtes per projectfase indicatief naar voren:

Fase	Onzekerheidsmarge	Opmerking
Indicaties /studiefase	-40% / + 40%	
Ontwerpfase	-10 à 15% / +10 à 20%	afhankelijk van de mate van uitwerking
Realisatiefase	-5% / + 10%	aflopend naar 0% bij oplevering

De onzekerheden binnen kostenramingen zijn een onderdeel van deze bandbreedtes en vormen samen met de overige vormen van het onvoorzien (objectonvoorzien en projectonvoorzien) een geheel voor de bepaling van de bandbreedte.

De verschillende in hoofdstuk 4 benoemde onzekerheden kunnen in iedere projectfase door middel van risicoanalyses bepaald worden. Hoe verder een project ontwikkeld of uitgewerkt is, hoe gedetailleerder alle aandachtsvelden van het risicomanagement gekwantificeerd kunnen worden. De RISMAN® methode kent de volgende aandachtsgebieden:

- Technisch / realisatie;
- Organisatorisch;
- Ruimtelijk / planologisch;
- Politiek / bestuurlijk;
- Juridisch / wettelijk;
- Financieel / economisch;

- Sociaal / maatschappelijk.

Belangrijk is alle aandachtsgebieden per projectfase voor zover mogelijk na te lopen en risico's te kwantificeren in een risicodossier.

6 RISICOREDUCERENDE MAATREGELEN

Alle risico's moeten binnen een project goed beheerst worden gedurende het gehele proces in een op te stellen risicodossier. Voor elk risico wordt in het risicodossier vastgelegd welke afwijking ten opzicht van het geplande proces kan optreden, wat de oorzaak is, welk mogelijk (financieel) gevolg kan ontstaan en welke risicoreducerende maatregelen mogelijk zijn.

Het is gebruikelijk dat risico's in breed verband worden geïnventariseerd en later in klein comité, met onder andere een kostendeskundige, worden gekwantificeerd. Periodiek en minimaal eenmaal in elke projectfase moet het risicodossier worden geactualiseerd en waarbij naast de kwantificering ook specifieke risicoreducerende maatregelen worden bepaald.

Risicoreducerende maatregelen die 'weinig' kosten, maar wel efficiënt en effectief zijn zullen vaak zonder verdere discussie worden uitgevoerd om het uiteindelijke risicoprofiel van het project te beperken.

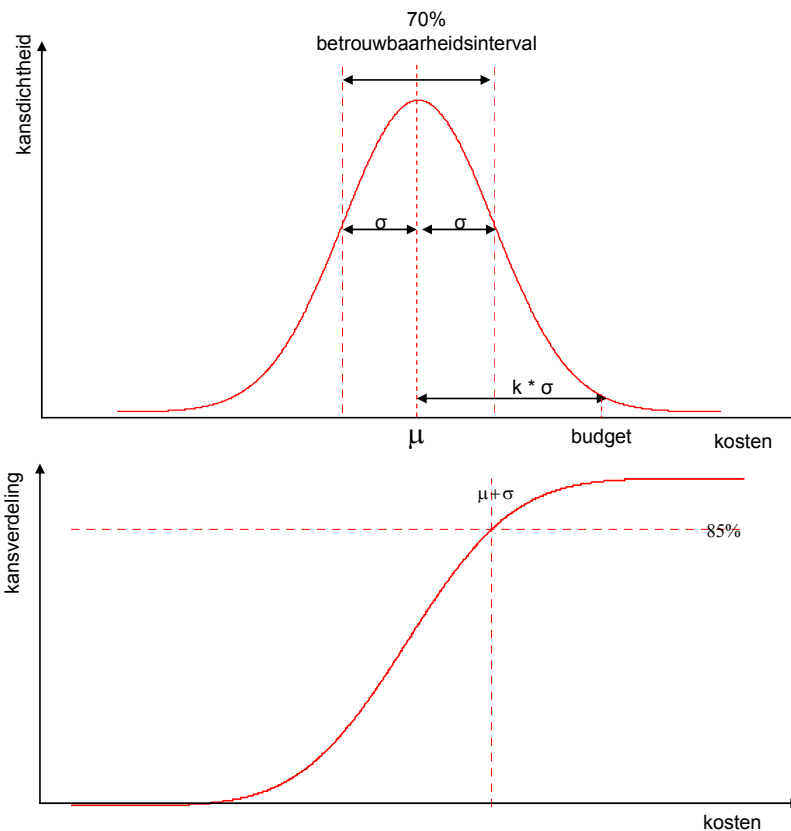
Voor meer omvangrijke maatregelen is het vaak noodzakelijk na te gaan of de benodigde inspanning (investering) hiervoor opweegt tegen de omvang van het risico. Een risico bewust nemen is soms een rationele keus.

Belangrijk hierbij is ook de risicoverdeling tussen de bij het project betrokken partijen. In plaats van zelf maatregelen nemen kan een opdrachtgever ook risico's 'doorcontracteren' of 'verzekeren'. Hierbij wordt opgemerkt dat op basis van het risicodossier de uiteindelijke risicoverdeling expliciet vastgelegd moet worden in het contract of de overeenkomst tussen de betrokken partijen.

7 INTERPRETATIE UITKOMSTEN PROBABILISTISCHE RAMING

Mu-waarde en trefzekerheid

- Door middel van de probabilistische beschouwing wordt met behulp van een kansberekening een verwachtingswaarde [μ] bepaald. Het betreft een waarde die niet wordt beïnvloed door de gekozen mate van afhankelijkheid tussen de ramingsposten.
- Het betrouwbaarheidsinterval is grafisch af te lezen uit de kansdichtheidsfunctie en de kansverdelingsfunctie van het ramingsbedrag (zie figuur 4⁴). De onder- en bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval worden bepaald door een factor (k) x de standaardafwijking (σ). Voor het 70% betrouwbaarheidsinterval circa $1,0 \times \sigma$ tot circa $1,64 \times \sigma$ bij een 90% betrouwbaarheidsinterval. Vaak wordt in kostenramingen een 70% betrouwbaarheidsinterval beschouwd. De onderschrijdingskans van het ramingsbedrag behorende bij de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval is hierbij $70\% + 15\% = 85\%$. Per definitie is de bandbreedte het grootst bij een volledig afhankelijkheid.



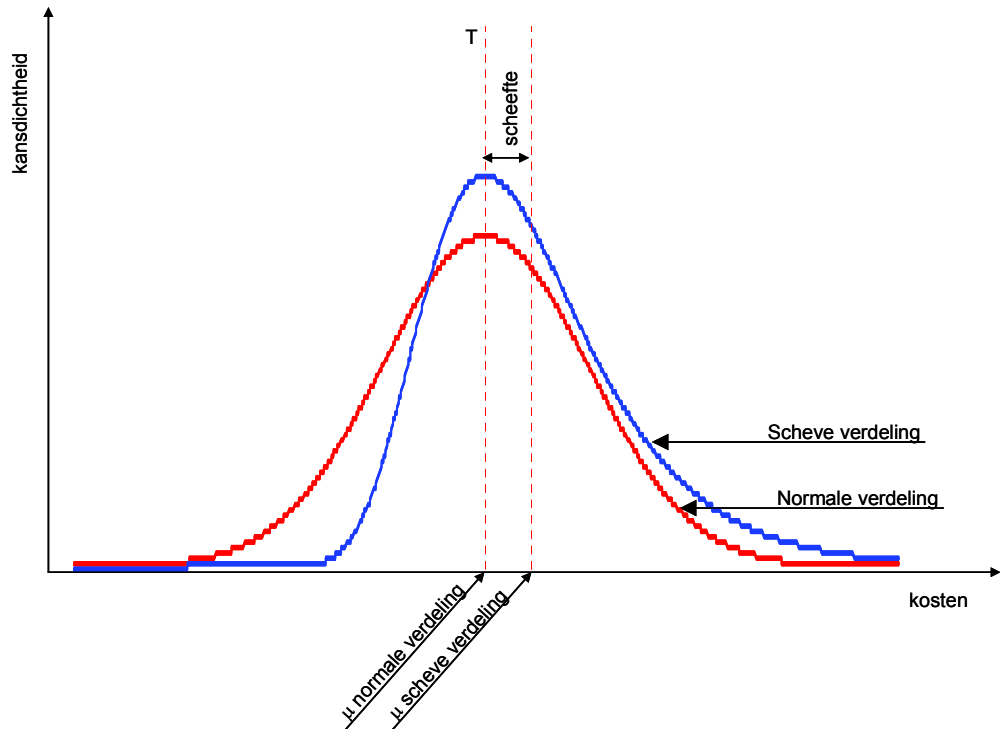
⁴ Opgemerkt wordt dat het werkelijke resultaat van een probabilistische raming vaak een niet 'mooi' normaal verdeeld is, maar een grillig verloop vertoont. Dit komt met name door bijzondere gebeurtenissen met kleine kansen en grote gevolgen.

Figuur 4 Resultaat probabilistische raming

- De scheefte is een maat voor het verschil tussen de uitkomst van de deterministische raming (T-waarde) en de probabilistische raming (Mu-waarde).
- Geadviseerd wordt de belangrijkste oorzaken (normale onzekerheden en bijzondere gebeurtenissen) van de scheefte te bepalen en toe te voegen aan de managementinformatie.

Vuistregel:

Vaak wordt een maximum waarde in orde van grootte van 4 % à 5 % gesteld. Als de scheefte groter is, dan is de deterministische raming te optimistisch geraamd.



Figuur 5 Normale verdeling en 'scheve' verdeling

- Als we de deterministische ramingresultaten naast de probabilistisch bepaalde gemiddelde waarde [μ] beschouwen, kunnen we conclusies trekken met betrekking tot de overschrijdingskans van de deterministische raming. Vaak blijkt deze in werkelijkheid een hogere kans op overschrijding te bezitten dan 50%.
- Ten slotte volgt uit de probabilistische analyse een overzicht van de belangrijkste risico's ten aanzien van de posten met het maatgevende aandeel in de nauwkeurigheid van de raming of anders gezegd de invloed op de bandbreedte. Zou de betreffende raming nu niet voldoen aan de eisen ten aanzien van de nauwkeurigheid, dan is een verdiepingsslag noodzakelijk.

8 DEFINITIES

Begrippenkader

Hierna volgen de belangrijkste in de tekst gebruikte begrippen.

Bandbreedte

Is een term die in het ramings-jargon wordt aangeduid gebruikt voor het aanduiden van de grootte van de onzekerheid rond het gemiddelde (μ) van de raming als gevolg van projectonzekerheden.

In een deterministische raming wordt de bandbreedte vaak aangeduid als percentage rond het ramingsbedrag. In een probabilistische raming kan de bandbreedte worden aangeduid als het verschil tussen de onder- en bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval.

Deterministische raming:

Betreft een raming van het waarschijnlijke ramingsbedrag, onzekerheden worden daarbij ingeschat op basis van nacalculaties en expert-judgement.

Gemiddelde waarde

Dit is de abscis ('X- coördinaat') van het zwaartepunt van de kansdichtheidsfunctie (veelal aangeduid met μ). Het rekenkundig gemiddelde wordt bepaald door de waarnemingen of uitkomsten te delen door het aantal waarnemingen.

Betrouwbaarheidsinterval

($1 - \alpha$) Betrouwbaarheidsinterval, bevat alle waarden van het ramingsbedrag, die bij tweezijdige toetsing met onbetrouwbaarheidsdrempel α , niet verworpen worden.

Investeringskosten

Alle kosten, zijnde de som van bouwkosten, vastgoedkosten, engineeringkosten, bijkomende kosten en het onvoorzien, welke noodzakelijk moeten worden gemaakt ter realisatie van de betreffende scope.

Reserve extern onvoorzien

Reservering door de opdrachtgever, c.q. de financier, voor (forse) onvoorziene wijzigingen van of toevoegingen van de projectscope die van buitenaf komen, bijvoorbeeld aangescherpte milieuwetgeving.

Modus

De modus (ook wel modale waarde genoemd) is de uitkomst die het meeste voorkomt. De Modale waarde geeft de ligging van de top van de kansdichtheidsfunctie aan. De modale waarde van een kansvariabele is die waarde van de variabele waarvoor de kansdichtheidsfunctie een maximum bereikt.

Onderschrijdingskans

De onderschrijdingskans is de kans dat een stochastische variabele een waarde aanneemt, die kleiner is dan een gegeven waarde

Overschrijdingskans

De overschrijdingskans is de kans dat een stochastische variabele een waarde aanneemt, die groter is dan een gegeven waarde.

Scheefte

De scheefte is gedefinieerd door het verschil tussen het gemiddelde [μ] en de modus[T]. Een verdeling wordt scheef genoemd als deze niet symmetrisch is ten opzichte van een verticale as. Bij een symmetrische verdeling is de scheefte 0.

Spreiding

Er zijn verschillende maatstaven waarmee de spreiding kan worden berekend. Verreweg de belangrijkste is de variantie en de hieruit afgeleide standaarddeviatie. Variantie is gedefinieerd als de gemiddelde kwadratische afwijking van alle waarnemingen ten opzichte van het rekenkundig gemiddelde. Van de variantie afgeleid is de standaardafwijking die gedefinieerd is als de wortel uit de variantie.

Probabilistische raming

Een Probabilistische raming is een raming, waarbij een schatting van de uiteindelijke kosten van het project berekend wordt. Het is een uitkomst met een waarschijnlijkheid, onderbouwd door toepassing van de statistiek.

Standaardafwijking [σ]

Zie spreiding.

Trefzekerheid

Trefzekerheid is in het ramingsjargon een aanduiding van de mate waarin de uiteindelijke kosten kunnen variëren rond het ramingsbedrag. Als de onzekerheid met betrekking tot het juiste ramingsbedrag groot is, dan heeft de raming een geringe trefzekerheid. Een betere maat voor de trefzekerheid is de variatiecoëfficiënt.

Variatiecoëfficiënt

Geeft de verhouding weer tussen de standaardafwijking en het gemiddelde van de raming van projectkosten. Variatiecoëfficiënt $= (\sigma/\mu) * 100\%$, is een indicator voor de trefzekerheid van de raming.

COLOFON

Opdrachtgever	: DACE Special Interest Group GWW
Werkgroep	: Risico's en Onzekerheden
Leden werkgroep	: Ron Alberti (Movares) Fred van den Berg (Prorail) Leo Braakhuis (Haverkort) Erik de Bree (Bouwdienst RWS) Bart Duijvestijn (ARCADIS) Martijn Gesink (PRC) Bert Schilder (DHV) Ruud Schoonhoven (ARCADIS)
Redactie	: Bart Duijvestijn (ARCADIS) Charlotte Boschloo – van der Horst (ARCADIS)