

# RISICOANALYSE BETONVERHARDINGEN VOOR DE PRAKTIJK

IR. A.J. VAN LEEST  
crow kennisplatform voor infrastructuur  
IR. F. TOLMAN  
Koac-npc

## *Samenvatting*

*Het CROW-rapport 'Handreiking risicoanalyse betonverhardingen' is een nieuw instrument bij het opzetten en uitvoeren van risicoanalyses van betonverhardingen. De doelstelling van de handreiking is theoretische en praktische risico's bij ontwerp, aanleg en beheer van betonverhardingen in beeld te brengen, zoveel mogelijk te kwantificeren en in grootheden als kosten, kwaliteitsverlies of toename van productietijd uit te drukken. Om vervolgens, met die kennis, deze gevolgen van de risico's te kunnen beperken.*

*De bijdrage gaat in op een voorbeeld risicoanalyse voor ontwerp en uitvoering van betonverhardingen.*

## *Résumé*

*Le rapport du CROW "Handreiking risicoanalyse betonverhardingen" est un instrument à utiliser lors de l'exécution d'une analyse de risque de revêtements en béton. Le but de ce rapport est de montrer les risques théoriques et pratiques liées avec le concept, la mise en oeuvre et la gestion et les quantifier comme coûts, perte de qualité ou augmentation du temps d'exécution. Ensuite, avec ces connaissances, pouvoir limiter les suites de ces risques. Cette contribution donne une exemple d'une analyse de risque d'un revêtement en béton, vu par différentes parties.*

## 1. Inleiding

Bij elk werk worden beslissingen genomen en keuzen gemaakt, die vaak in een bepaalde mate willekeurig lijken te zijn. Men had ook anders kunnen beslissen. De oorzaak daarvan is dat weinig of niets zeker is. In geval van grotere zekerheden zal of de instemming met een beslissing toenemen of een beslissing wordt met vrij grote stelligheid als een fout aangemerkt. Het doel van het bepalen van risico's is grip te krijgen op de onzekere voorvallen en de daarmee gepaard gaande (schijnbaar) willekeurige beslissingen en keuzen. In deze bijdrage wordt niet op de technieken van het beslissen of de bepaling van kosten en waarde ingegaan, maar enkel op de vraag welke risico's te identificeren zijn en hoe groot ze zijn. Er wordt in het voorbeeld voornamelijk aandacht gegeven aan technische risico's.

Het doel van de Handreiking risicoanalyse betonverhardingen is om op een gestructureerde wijze en binnen een redelijk tijdsbestek te komen tot een verantwoorde risico-inschatting. Dit kost enige tijd, moeite en geld, maar het levert ook wat op. Door het maken van een risicoanalyse kan de vinger op de zere plek worden gelegd. Dit biedt de gelegenheid om maatregelen te treffen. In het vervolg van deze bijdrage zal blijken dat deze maatregelen op verschillende niveaus kunnen worden getroffen. Soms kan de oorzaak van een ongewenste gebeurtenis worden weggenomen, waardoor deze niet meer kan optreden. Zo kan bijvoorbeeld door ruim van te voren grondstoffen in te kopen, worden voorkomen dat laagwater in de rivieren de levering vertraagt. Ook kan het gevolg worden beïnvloed. Een voorbeeld hiervan is, dat als het regent er onder een tent gewerkt wordt. Tenslotte kan een maatregel worden getroffen waardoor de gevolgen van de gebeurtenis worden beperkt. Bijvoorbeeld door verzekeren van een gebeurtenis krijgen we een zekerheid, namelijk het gevolg is niet groter dan de verzekeringspremie maar die moet zeker worden betaald. Dit is zonder rekening te houden met eventuele vertragingstijd.

Een goede risicoanalyse is gereedschap voor doelgerichte verbetering van producten en processen. Een adequate risicoanalyse zorgt voor een besparing op vermeden risico's die, afhankelijk van de omvang van het beschouwde project, de kosten voor de risicoanalyse meer dan goed maken.

Als gevolg van het verschuiven van de risico's van opdrachtgever naar opdrachtnemer in Design, Build & Maintenance (DBM)-contracten, is er een behoefte ontstaan om deze risico's systematisch in beeld te brengen, te waarderen en mee te nemen in de kosten- en waardebeoordeling van een project.

In de moderne Design, Build & Maintenance contracten (DBM) speelt de verdeling van risico's tussen de contractpartijen opdrachtgever (OG) en opdrachtnemer (ON) een veel belangrijkere rol dan in de traditionele contracten. In een traditioneel contract werd door opdrachtgever een ontwerp gemaakt en vervolgens in een bestek voorgeschreven. Het ontwerfrisico lag daardoor per definitie bij de opdrachtgever. De opdrachtnemer had alleen

te maken met risico's die met de uitvoering te maken hadden, want direct na oplevering waren de risico's voor het onderhoud weer voor de opdrachtgever. In de DBM-contracten wordt ook het ontwerp aan de opdrachtnemer overgelaten en deze moet daarin rekening houden met de eisen die opdrachtgever stelt aan het onderhoud en de levensduur. Daardoor gaat ook een groot aantal risico's die opdrachtgever vroeger liep door zelf te ontwerpen over naar de opdrachtnemer. Ook het onderhoud van de verharding gedurende meestal de eerste 30 jaar van gebruik valt dan vaak op het bordje van de opdrachtnemer. Het opstellen van een goede risicoanalyse is zeker in het geval van DBM-contracten dan ook geen overbodige luxe.

In navolgende figuur is de verdeling van verantwoordelijkheden en dus ook van risico's tussen opdrachtgever (OG) en opdrachtnemer (ON) bij verschillende contractvormen weergegeven. De lichter gekleurde (rode) vakken geven aan dat, hoewel de ON de verantwoordelijkheid heeft, ook de betrokkenheid van de OG gewenst is.

BOUWFASEN:	Traditioneel samenwerkingsconcept			(meerjaren) Onderhouds concept	Geïntegreerd Samenwerkingsconcept	
	Regie	UAV/RAW	Bouwteam	Raamcontract	Design & Construct	Turnkey
Initiatief	Verantwoordelijkheid opdrachtgever					
Onderzoek						
Definitie						
Programma van eisen						
Voorlopig ontwerp						
Definitief ontwerp						
Uitvoeringsontwerp						
Werkvoorbereiding						
Uitvoering	Verantwoordelijkheid aannemer/opdrachtnemer					
Onderhoud						

Figuur 1: invulling van contractvormen en verdeling van verantwoordelijkheden [1]  
 UAV: te vergelijken met Algemene Aannemingsvoorwaarden  
 RAW: te vergelijken met het standaardbestek SB250

In de CROW-handreiking worden de risico's die verbonden zijn aan onzekerheden in het ontwerp, de uitvoering (productie en het transport van de betonspecie en de aanleg) en het gebruik van een betonverharding beschouwd, gezien vanuit het oogpunt van de opdrachtgever (beheerder en gebruikersvertegenwoordiger) en opdrachtnemer (aannemer).

## 2. Voorbeeld uitvoering risicoanalyse betonverharding

De doelen van dit voorbeeld zijn:

- het uitwerken van een eenvoudige risicoanalyse van de aanleg van een betonverharding; de analyse is overzichtelijk gehouden door een vereenvoudigd werk te beschouwen en de omvang van de beschouwde onderdelen te beperken
- de verschillen in risicobeschouwingen van twee betrokken partijen, aangeduid als opdrachtgever (OG) en opdrachtnemer (ON) met elkaar te vergelijken

- de verschillen in risicoanalyse voor twee verschillende contractvormen, het traditionele bestek en de geïntegreerde DBM contractvorm, met elkaar te vergelijken
- het nut en de waarde van een risicobeschoouwing aan te geven (zie hoofdstuk 3 Conclusies)

### Opstelling van een eenvoudige kwantitatieve risicoanalyse

Bij de aanleg van een weg zijn twee partijen, de opdrachtgever (OG) en de opdrachtnemer (ON) betrokken. De aard van het gebruik van de weg is voornamelijk bedrijfsmatig, waarbij te denken is aan een industrieweg (autoverkeer) of een rijbaan op een bedrijfsterrein (vrachtverkeer, containertransporten) of een vliegveld (vliegtuigen). De OG neemt hierbij de belangen van de bedrijven en de toekomstige gebruikers in acht. De prijs (aannemingsbedrag) is k€ 915 en de uitvoeringsduur is geraamd op 8 werkdagen. Beide partijen maken een risicoanalyse, waarbij een risicoanalist zorg draagt voor de procedurele zijde van de analyse en de vakmensen vanuit de verschillende invalshoeken voor de feitelijke kennis.

De betonverharding heeft een oppervlakte 20.000 m<sup>2</sup> (bijv. breedte 7 m en lengte 2850 m voor een industrieweg of breedte 12 m en lengte 1670 m voor een start- en landingsbaan) een dikte van 0,25 m en is ongewapend. Details zijn de aansluitingen aan beide einden van de weg en de voegen. De verharding wordt onder dakprofiel aangelegd met afschot 2,0% voor een weg en 1,5% voor een startbaan. De openstelling is 28 dagen na de laatste stort.

Het tijdsplanning en de kosten zijn weergegeven in tabel 1. Voor de planning van dit project is enkel het tijdsplanning van belang en het niet hoe de activiteiten verdeeld zijn.

**Tabel 1: begroting**

	productietijd (dagen*)	kosten (k€)
materiaal (beton, 5000 m <sup>3</sup> , staal voor deuvels/ankerstaven)	8	486
materieel	8	57
arbeid	8	41
aanbrengen en vullen voegen (niet het eventueel uitborstelen)	< 8	165
<b>subtotaal</b>		<b>749</b>
keuring, eenmalige kosten		40
uitvoeringskosten en kwaliteitszorg	12 (8)	21
algemene bedrijfskosten 8%		65
winst en risico 5%		40
<b>subtotaal</b>		<b>166</b>
<b>totaal</b>	<b>8</b>	<b>915</b>

\* = De uitvoeringsduur is 8 dagen. De prijs is € 915.000, ofwel 45,75 €/m<sup>2</sup>.

De bovenstaande gegevens zijn fictief.

Als illustratie van de opzet van een risicoanalyse wordt uitgegaan van de ON en van een bestek. Voor dit type werk is de betreffende ON van mening te kunnen volstaan met de kennis van de bedrijfsleider of van de projectleider. Vanuit zijn bedrijfsbelangen -continuïteit, omzet en winst - kiest de ON voor een kwantificering van de risico's in de vorm van numerieke waarden van kansen en gevolgen. Als gevolgcategorieën is hij, gegeven de contractvorm en zijn belangen, enkel geïnteresseerd in de uitvoeringsrisico's, te weten kosten en tijd.

Op basis van zijn ervaring komt hij al snel tot 6 belangrijke risico's, zoals weergegeven in de eerste twee kolommen van tabel 4. Vervolgens worden de belangrijkste gevolgen aan de betreffende gebeurtenissen benoemd (kolom 5). Het aanbrengen van een structuur in deze lijst is door de eenvoud en rechtlijnigheid niet nodig en hiermee is de kwalitatieve procedure voor de ON afgerond.

Wederom op basis van ervaring kan de ON een vrij goede schatting maken van de kansen dat de gebeurtenissen en de respectievelijke gevolgen optreden. Voor weer en materieelpech zijn de kansen geschat als dagen regen en stilstand per aantal dagen dat daadwerkelijk gewerkt wordt in een jaar. De overige gebeurtenissen en gevolgen zijn geschat door het aantal projecten te beschouwen waarin ze wel en niet optreden. De kans wordt dan berekend als het aantal projecten waarin optreden voorkomt gedeeld wordt door het totaal aantal projecten.

Ook op basis van ervaring zijn de gemiddelde kosten en uitlooptijden bekend bij projecten van de genoemde omvang in geld (k€ 915) en tijd (8 dagen). Door vermenigvuldigen van kans en gevolg ontstaat het risico in respectievelijk geld en tijd. Deze kunnen worden gesommeerd tot de totale risico's en worden uitgedrukt als percentage van de prijs en het geraamde tijd.

Geconcludeerd wordt dat de risico's van dit type project voornamelijk bestaan uit technische risico's, zowel van het object – de verharding – als van het proces – de productie van de verharding. Maatschappelijke, financiële en andere risico's zijn voor dit type standaardwerk van ondergeschikt belang en de technische risicopercentages zijn in goede overeenstemming met de ervaring. Het belangrijkste risico is het moeten vervangen van een deel van de verharding. Hiermee is de kwalitatieve risicoprocedure voor de ON afgerond.

Op basis van het verkregen inzicht kan de ON besluiten maatregelen te treffen om gebeurtenissen te voorkomen of gevolgen te matigen. Om de gevolgen van slecht weer te beperken kunnen bijvoorbeeld afschermingen worden overwogen en eventuele spoorvorming in de fundering kan worden uitgevuld alvorens de betonwerkzaamheden te starten. Als deze maatregelen worden genomen, en dus zijn opgenomen in de begroting en de planning, wordt de kans van optreden in het werk in de regel kleiner en daarmee neemt het risico af.

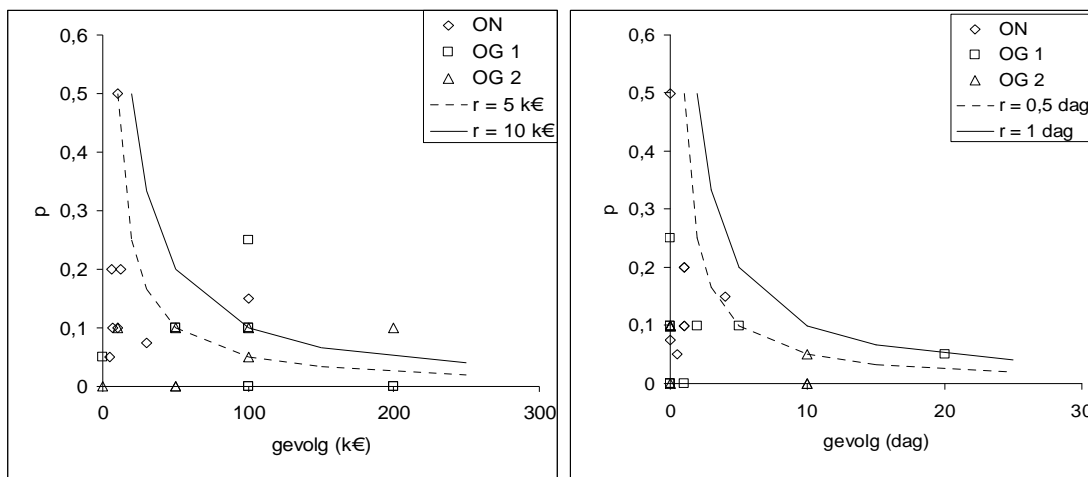
## Risico's van verschillende partijen in een project

Risico's verschillen voor de verschillende betrokken partijen. In dit voorbeeld zijn de risico's voor drie partijen in beeld gebracht:

- een opdrachtnemer (aannemer)
- een publieke overheidsopdrachtgever
- een een infrastructuurbeheerder voor een bedrijf

Voor de publieke overheidsopdrachtgever is de constructie voorgesteld als een industrieweg, voor het bedrijf als een rijstrook industrieterrein. De respectievelijke risicotabellen zijn weergegeven als tabel 4, 5 en 6.

De resultaten uit deze tabellen zijn gepresenteerd in figuur 2. Hieruit blijken in één oogopslag de grootste risico's en wordt duidelijk hoe ze verdeeld zijn. De iso-ricocolijnen, aangeduid met  $r = \dots k\text{€}$  of  $r = \dots \text{dag}$  geven de gelijke hoogte van het risico aan.



Figuur 2: voorbeeld van de grafisch weergegeven risicoprofielen van de benoemde gebeurtenissen

De betrokken partijen ervaren als de grootste risico's in geld:

- ontwerpfouten OG (OG 1: 25 k€)
- overschrijden ontwerpbelasting in gebruik (OG 2: 20 k€)
- vervangen van (een deel van) de verharding (ON: 15 k€)

Als de grootste risico's in bouwtijd worden door de betrokken partijen ervaren:

- tijdbeslag en oponthoud door publiciteit over fouten (OG 1: 1 dag)
- meerwerk, claims en discussie over garantieverplichtingen (OG 1 en OG 2: 0,5 dag), ook hier met verschillende inschattingen van kansen en gevolgen door beide partijen
- vervangen (ON: 0,6 dag)

## Risicoanalyse DBM contractvorm

In de traditionele contracten levert de OG het ontwerp en is de ON verantwoordelijk voor de uitvoering. Het contract tussen OG en ON is volgens de UAV 1989 en de RAW 2005 (zie hoger).

De OG is verantwoordelijk voor het ontwerp, wat ook de invoergegevens behelst. In DBM contracten verschuift de ontwerpverantwoordelijkheid naar de ON. Daardoor verschuiven niet alleen de risico's, maar bovendien worden ook nieuwe risico's geïntroduceerd. Deze komen voornamelijk voort uit de verminderde mogelijkheden voor de OG om gaandeweg het ontwerpproces nog in te kunnen grijpen, voor de ON om het ontwerp beter op zijn uitvoeringswijze te kunnen afstemmen en voor beiden om beslissingen te moeten nemen in een eerder stadium. De voornaamste bron van risico's lijkt de onbekendheid van de partijen met deze nieuwe situatie te zijn, oftewel de ervaring ontbreekt. De risicoanalyses van de ON en de overheidsopdrachtgever OG1 zijn weergegeven in tabellen 7 en 8.

In dit voorbeeld van een klein betonwerk (omzet k€915, bouwtijd 8 dagen) zijn de risico's voor een ON en een OG toegelicht voor een traditioneel en een DBM contract. De risico's zijn in tabel 2 samengevat.

**Tabel 2: samenvatting risico's**

contract	partij	risico geld (%)	risico bouwtijd (%)
traditioneel	ON	3,1	15,3
	OG 1	6,0	21,3
	OG 2	4,5	6,3
DC	ON	8,4	12,6
	OG 1	4,4	21,3

Het blijkt dat de risico's in geld bij traditionele contracten elkaar niet veel ontlopen. OG 1 schat het risico in bouwtijd ernstiger in dan de ON, wat te begrijpen is omdat hij gebonden is aan een strikt beperkte bouwtijd. OG 2 schat het risico in bouwtijd optimistisch in t.o.v. de aannemer. Zijn motivatie is dat hij reserve in zijn planning heeft. Het bouwrijdrisico lijkt daarmee vooral een perceptie te zijn.

Als de contractvorm DBM is, zijn de voornaamste verschuivingen:

- de ON maakt het ontwerp i.p.v. de OG
- het voordeel van de ON is een betere afstemming van het ontwerp op de productie en daarmee gepaard gaande kleinere kans op ontwerpfouten
- het nadeel voor de OG is dat hij vooraf een betere vraagspecificatie en omschrijving van de keuring moet maken dan in de traditionele situatie, omdat hij gaandeweg minder goed of zelfs niet meer kan bijsturen
- OG en ON beiden moeten meer rekening houden met de consequenties van de garantieafspraken; de ON met de grotere consequenties en de OG met de handhaving.

Bij DBM contracten treden hierdoor op:

- nieuwe risico's
- verschuiving van risico's
- verandering van grootte van risico's

Bij DBM contracten neemt vooral het risico van de ON in geld toe. Dat is natuurlijk omdat hij ook meer werk verricht. Verder lijkt het dat OG in de huidige situatie een deel van de risico's in geld niet benoemt, omdat hij die in het ontwerpproces op eigen, niet expliciet gemaakte, kosten bijstuurt.

De kosten van de risico's lopen van 3,1 tot 8,4 % van de prijs, bijvoorbeeld uitgedrukt als de aanneemsom, van het eenvoudige werk in dit voorbeeld. In tabel 3 zijn enkele vergelijkingswaarden weergegeven.

**Tabel 3:**

post	bedrag (k€)	gebeurtenis / maatregel	procentueel effect op het projectresultaat
materiaal	486	10% kleinere laagdikte	5
risico	28 - 78	50% reductie van onzekerheden	2 - 4
standaard winst	20	geen winst maken	2

Uit tabel 3 blijkt:

Als door het benoemen van risico's en de daarbij behorende maatregelen de kans op het optreden of de gevolgen van ongewenste gebeurtenissen kunnen worden gehalveerd, ligt de waarde daarvan in dezelfde orde als een besparing op materiaal in het ontwerp of de projectwinst. De kosten van een eenvoudige risicobeschouwing en het treffen van de bijbehorende maatregelen liggen in de orde van uren tot enkele dagen werk en zijn daarmee niet meer dan zo'n 10% van bedragen in tabel 3. Daarboven komen natuurlijk nog de kosten voor de te treffen maatregelen. Als maatregel om het risico van slecht weer (regen) te reduceren kan aan een tentconstructie gedacht worden, maar de kosten hiervan zullen hoger zijn dan de risicokosten, waarmee de maatregel gediskwalificeerd wordt door de opdrachtnemer.

Daarentegen hebben de ontwerprisico's voornamelijk betrekking op de detaillering. Met enige aandacht en ervaring kunnen deze risico's wel efficiënt worden gereduceerd door de inzet van 1 à 2 mandagen werk, een bedrag kleiner dan € 2.000.

Geconcludeerd kan worden dat de in dit voorbeeld uitgevoerde risicoanalyse overeen komt met de ervaringscijfers van praktijkprojecten. Dit geeft aan dat de methodiek klopt met praktijkresultaten.



Het principe van de methodiek van risicoanalyse kan aldus ook worden toegepast voor grotere, complexere projecten. Ook daar is in te schatten wat de risico's in tijd en geld zijn.

### **3. Conclusies**

In het voorgaande is een principe procedure aangegeven voor het uitvoeren van een risicoanalyse voor betonverhardingen. Door deze procedure te volgen wordt inzicht verkregen in de risico's die kunnen optreden bij het ontwerp en de aanleg van betonverhardingen.

Door inzicht in de risico's en de daaraan gekoppelde gevolgen kunnen aan de hand van gerichte maatregelen de kosten als gevolg van ongewenste gebeurtenissen worden gereduceerd. Dit gereedschap kan ook worden gebruikt om processen en technieken te verbeteren. Als men weet wat er mis kan gaan, kan men ook trachten dit te voorkomen door preventieve maatregelen te treffen.

De doelen van een risicobeschouwing zijn:

- het totale risico te reduceren door allocatie bij die partij die het meest geschikt is om met de risico's om te gaan (bijvoorbeeld te beheersen of te dragen); na introductie van een maatregel resteert een (nieuw) risico, dat deze maatregel betreft en dat kleiner is dan het oorspronkelijke; de partij die het best met een risico kan omgaan is in de regel degene die dit nieuwe risico klein weet te maken
- de som van de zekere kosten en de risico's te minimaliseren door het benoemen van de risico's en het ontwerpen van maatregelen om de risico's te vermijden of, in geval de gebeurtenissen optreden, ze te beheersen

### **4. Referenties**

1. UAVgc: ruim baan voor innovatieve contracten. Publicatie 212, CROW, Ede, december 2004.
2. Handreiking Risicoanalyse Betonverhardingen, met spreadsheet. Rapport 07-07, CROW, Ede, september 2007.

Tabel 4: risicotabel ON, traditioneel contract

	Gebeurtenis	dimensie	kans	gevolg	kans	gevolg (k€)	gevolg (dagen)	risico (k€)	risico (dagen)
1	weer (regen)	1-0	0,2	stilstand	0,2	12,5	1	2,5	0,2
2	spoorvorming in fundering	1-0	0,1	extra beton om een gelijkmatig oppervlak te verkrijgen	0,1	10	1	1	0,1
3	Materieelpech	1-0	0,1	stilstand	0,1	7	1	0,7	0,1
4	inzet onervaren personeel (belangrijke bijdrage aan oorzaak gebeurtenis 5)	1-0	0,2*	extra personeel nodig (2 man, 8 dagen)	0,2	6	1	1,2	0,2
5	uiterlijk betonverharding	1-0	0,5**	overleg met opdrachtgever	0,5	10	0	5	0
				vervangen beton met slecht uiterlijk	0,15	100	4	15	0,6
				verkeersmaatregelen (in ca. 50% zijn reparaties nog voor openstelling mogelijk)	0,075	30	0	2,25	0
6	te laat zagen, soms scheef zagen	1-0	0,1	vervangen platen met wilde scheuren	0,05	5	0,5	0,25	0,025
	<b>totaal</b>							<b>27,9</b>	<b>1,225</b>
								3,05%	15,31 %

dimensie 1-0 betekent treedt wel of niet op; dit type gebeurtenis heeft geen (fysische) dimensie; natuurlijk kan men bijvoorbeeld de hoeveelheid regen uitdrukken in mm, maar of het regent of niet heeft niet zo'n dimensie

\* 20% kans op onervaren personeel, de reden is dat het aantal ervaren werknemers in deze branche klein is; inzet van ander personeel geeft dan verhoudingsgewijs al snel een hoge kans

\*\* 50% kans op een imperfect uiterlijk dat besproken moet worden en waar relatief kleine kosten gemaakt worden

het grootste risico is rood gemarkeerd

Tabel 5: risicotabel publieke OG = OG 1, traditioneel contract

	gebeurtenis	dimensie	kans	gevolg	kans	gevolg (k€)	gevolg (dagen)	risico (k€)	risico (dagen)
1	onjuiste gegevens	fractie gegevens	0,1	incorrecte dimensionering en voortijdige reparaties	0,1	100	0	10	0
2				oponthoud en meerwerk, claims van de aannemer	0,1	50	5	5	0,5
3				verkorting levensduur	0,1	100	0	10	0
4	<b>ontwerpfouten</b> (berekeningen, detaillering)	fractie ontwerpen	0,25*	voortijdige reparaties**	0,25	100	0	<b>25</b>	0
5				verkorting levensduur	0	100	0	0	0
6	aannemer blijft in gebreke (te laat, slordig werk)	fractie werken	0,1	latere openstelling en schadeclaims gebruikers	0,1	50	2	5	0,2
7				marginale kwaliteit, waarvan afkeuring toch (net) niet mogelijk is	0	200	1	0	0
8				voortijdige reparaties (voor rekening OG)	0	200	0	0	0
9				verkorting levensduur	0	100	0	0	0
10	<b>publiciteit over fouten</b>	fractie werktijd	0,05	personele inzet om problemen aan het publiek en superieuren te verklaren	0,05	0	20	0	<b>1</b>
	<b>totaal</b>							<b>55</b>	<b>1,7</b>
								6,01%	21,25%

\* een veel te hoge schatting volgens sommige OG

\*\* voortijdige reparaties met als gevolg: afzetting, nieuwe uitvoering, schadeclaims

de tweede kolom 'kans' is opgenomen om effecten van correlaties ('dubbeltellingen') te verdisconteren  
het grootste risico is rood gemarkeerd

Tabel 6: risicotabel bedrijfsmatige OG = OG 2, traditioneel contract

	gebeurtenis	dimen- sie	kans	gevolg	kans	gevolg financieel (k€)	gevolg bouwtijd (dagen)	risico (k€)	risico (dagen)
1	overschrijding grootte ontwerpbelasting		0,1	voortijdige schade (verkorting levensduur)	0,1	200	0	20	0
2	veranderingen in normen en contractvormen	1/jaar	0,1	reductie van (impliciete) kennis (ervaring): globale vergroting alle kansen	0,1	10	0	1	0
3	ten onrechte goedkeuren	1/eis	0,1	voortijdige schade (verkorting levensduur); niet verhaalbaar, dus kosten OG	0,1	100	0	10	0
4	ten onrechte accepteren (vermijden arbitrage of slepende procedures)		0,1	herstelkosten	0,1	50	0	5	0
5	(vertrouwelijkheid van gegevens → aantoonbaarheid regulier of exceptioneel gebruik →) niet kunnen afdwingen garantieverplichting		0,05	herstelkosten OG	0,05	100	10	5	0,5
6	foutief gebruik		1	voortijdige schade (verkorting levensduur)	1				
7	arbitrage (wordt door OG om redenen van imago of een economische afweging arbitrage vaak vermeden)	1/werk	10 <sup>-4</sup>	kosten	10 <sup>-4</sup>	50	10	0,005	0,001
8	alternatieve besteding van risicovoorziening in het ontwerp door ON (bijv. ruimte in planning besteden om tussentijds een ander werk uit te voeren)	1/werk	10 <sup>-4</sup>	niet voldoen aan eisen	10 <sup>-4</sup>	50	10	0,005	0,001
	<b>totaal</b>							<b>41</b>	<b>0,5</b>
								4,48%	6,28%

het grootste risico is rood gemarkeerd

Tabel 7: risicotabel ON, DC contract

ON	gebeurtenis	dimensie		gevolg	invoer			uitvoer	
			kans		ON	gevolg (k€)	gevolg (dagen)	risico (k€)	risico (dagen)
1	ontwerpfouten (berekeningen, detaillering)	fractie ontwerpen	0,25*	voortijdige reparaties	0,25	100	0	25	0
2	weer (regen)		0,2	stilstand	0,2	12,5	1	2,5	0,2
3	spoorvorming in fundering		0,1	extra beton om een gelijkmatig oppervlak te verkrijgen	0,1	10	1	1	0,1
4	materieelpech		0,16	stilstand	0,16	7	1	1,12	0,16
5	inzet onervaren personeel (belangrijke bijdrage aan oorzaak gebeurtenis 5)		0,2*	extra personeel nodig	0,2	15	1	3	0,2
6	uiterlijk betonverharding		0,5*	overleg	0,5	10	0	5	0
			0,15	vervangen	0,15	200	2	30	0,3
			0,15	verkeersmaatregelen	0,15	30	0	4,5	0
7	zagen onvoldoende		0,1		0,1	5	0,5	0,5	0,05
	garantie bij fout gebruik		0,25		0,05	100	0	5	0
	<b>totaal</b>							<b>77,62</b>	<b>1,01</b>
								8,48%	12,63%

\* zie opmerkingen in vorige tabellen

**Tabel 8: risicotabel publieke OG = OG 1, DC contract**

OG 1	gebeurtenis	dimensie	kans	gevolg	OG 1	gevolg (k€)	gevolg (dagen)	risico (k€)	risico (dagen)
1	manco's in vraagspecificatie (product en proces)		0,2		0,2	100	1	20	0,2
2	manco's in keuringsontwerp		0,2		0,2	25	0	5	0
3	onjuiste gegevens	fractie gegevens	0,1	incorrecte dimensionering en voortijdige reparaties	0,1	100	0	10	0
4				oponthoud en meerwerk, claims van de aannemer	0,1	50	5	5	0,5
5				verkorting levensduur		100		0	0
6	ontwerpfouten (berekeningen, detaillering)	fractie ontwerpen	0,25*	verkorting levensduur		100		0	0
7	aannemer blijft in gebreke (te laat, slordig werk)	fractie werken	0,1	latere openstelling en schadeclaims gebruikers	0,1	50	2	5	0,2
8				marginale kwaliteit, waarvan afkeuring toch (net) niet mogelijk is		200	1	0	0
9				voortijdige reparaties (voor rekening OG)		200	0	0	0
10				verkorting levensduur		100	0	0	0
11	publiciteit over fouten	fractie werktijd	0,05	personele inzet om problemen aan het publiek en superieuren te verklaren	0,05	0	20	0	1
12	garantie bij fout gebruik		0,25		0,2	100	0	20	0
	<b>totaal</b>							<b>40</b>	<b>1,7</b>
								4,37%	21,25%

\* zie eerdere opmerkingen in vorige tabellen