

# Vraagspecificatie

Ontwikkeling en Validatie RWSQRA

20 maart 2007

# Vraagspecificatie

Ontwikkeling en Validatie RWSORA

20 maart 2007

---

.....

## Colofon

Uitgegeven door: Rijkswaterstaat Bouwdienst

Informatie:

Telefoon: 030-2857922

Fax:

Uitgevoerd door: Ben van den Horn

Document: 4818-2007-0045

Datum: 20 maart 2007

Status: definitief

Versienummer: 1

---

## Inhoudsopgave

---

1. Inleiding 5
2. Probleem- en doelstelling 7
  - 2.1 Probleemstelling 7
  - 2.2 Doelstelling 7
3. Uitgangspunten, randvoorwaarden en eisen 8
  - 3.1 Uitgangspunten 8
  - 3.2 Randvoorwaarden 8
  - 3.3 Eisen 9
4. Aanpak 10
  - 4.1 Werkpakket 1: Voorbereiding 10
  - 4.2 Werkpakket 2: Validatie kansenmodel 10
  - 4.3 Werkpakket 3: Uitontwikkelen gevolgenmodel 11
  - 4.4 Werkpakket 4: Validatie gevolgenmodel 11
  - 4.5 Werkpakket 5: Validatie risicoberekeningsmodel 12
  - 4.6 Werkpakket 6: Acceptatie RWSQRA 2.0 12
5. Planning en betaalmomenten 13
  - 5.1 Planning 13
  - 5.2 Betaalmomenten 13
6. Organisatie 14
  - 6.1 Taken en verantwoordelijkheden 14
  - 6.2 Kwaliteit en acceptatieprocedure 15
  - 6.3 Informatie en overlegmomenten 15
7. Referenties 16

---

# 1. Inleiding

Onder verantwoordelijkheid van het Steunpunt Tunnelveiligheid van Rijkswaterstaat Bouwdienst is de afgelopen jaren gewerkt aan het modellen waarmee de interne-veiligheidsrisico's voor de gebruikers van wegtunnels kunnen worden berekend. Dit wordt met een fraaie Engelse afkorting vaak ook QRA genoemd, hetgeen Quantitative Risk Assessment of Quantitative Risk Analysis kan betekenen, al naar gelang de voorkeur. De verschillen in betekenis hebben geen praktische betekenis.

Begin deze eeuw, konden we beschikken over het TUNPRIM-model dat de vorm heeft van een Excel-rekenblad. TUNPRIM is nuttig gebleken bij de ontwikkeling en het geleidelijk toevoegen van extra functionaliteit. Er is veel geleerd in deze periode. TUNPRIM bleef echter 'groeien' in omvang en de grenzen van de mogelijkheden van Excel kwamen in zicht.

Toen in 2001 werd voorzien dat dit model een nog belangrijker rol zou gaan spelen in de Nederlandse regelgeving voor tunnelveiligheid, werd besloten TUNPRIM te herontwerpen en -programmeren tot een nieuw en goed onderhoudbaar computerprogramma, genaamd RWSQRA<sup>1</sup>.

In 2003 is een projectplan geschreven voor het programmeren van de broncode en het documenteren van het model [1] en in 2004 is een eerste versie van het programma met de bijbehorende documentatie opgeleverd [2]. Het programma bleek echter niet de gewenste functionaliteit te hebben en het laten rekenen van het gecompileerde programma bleek gecompliceerder dan voorzien. Ook bleek de toegankelijkheid van de documentatie van RWSQRA te beperkt en er bleek al snel behoefte om de structuur van deze documentatie aan te passen, zodanig dat een grotere groep gebruikers wordt bereikt. Hier werd in oktober 2004 al een begin mee gemaakt.

Ondanks al deze tegenvallers bleven de ogen op het Steunpunt gericht, nationaal en internationaal. De 'EU-richtlijn 2004/54/EG van het Europees parlement en de Raad inzake minimum veiligheidseisen voor wegtunnels' schrijft ook voor dat er risicoanalyse wordt uitgevoerd voor tunnels uit het Trans-Europese netwerk (TEN). Er wordt daarom ook bij de Europese Commissie in Brussel vol verwachting uitgekeken naar het ter beschikking stellen van RWS QRA<sup>2</sup>.

Een en ander is aanleiding geweest om in 2005 te komen tot een tussenevaluatie van het proces om eens – in Rijkswaterstaatsjargon - *door te pakken* en te komen tot een goed product. In een brainstormsessie [3] is een aantal besluiten genomen ten aanzien van de eisen aan dit product.

Het Steunpunt Tunnelveiligheid van Rijkswaterstaat Bouwdienst heeft zich in 2005 en 2006 bezig gehouden met de ontwikkeling van het wettelijk vereiste model voor de kwantitatieve risicoanalyse voor wegtunnels. Dit heeft op 22 juni 2006 geleid tot het lanceren van het programma RWSQRA voor wegtunnels (versie 1.0).

Het proces van de modelontwikkeling van versie 1.0 bleek nog steeds tijdrovend en de materie bleek inhoudelijk zeer complex. Op moment van schrijven – begin 2007 - zijn we na een enorme krachtsinspanning zover dat een inmiddels 2.0 gedoopt conceptproduct voldoende transparant is en kwaliteit biedt om in dialoog te gaan en te valideren.

---

<sup>1</sup> De verplichting tot het opstellen van risicoanalyses voor wegtunnels ligt onder meer verankerd in de EU richtlijn 2004/54/EG art. 13 voor wegtunnels. In de Nederlandse Tunnelwet (WARVW art. 6) worden twee risicoanalyses als gelijkwaardige en complementaire methodieken gememoreerd om aan te tonen of aan alle eisen is voldaan en het gewenste veiligheidsniveau wordt bereikt: de kwantitatieve risicoanalyse en de scenarioanalyse (zie ook Handreiking Risicoanalyses, 15 maart 2006).

<sup>2</sup> Mondeling mededeling Evert Worm, Hoofd Steunpunt Tunnelveiligheid

---

De ambitie is om in de loop van 2007 een transparant document met een modelbeschrijving te valideren voltooiën en vervolgens de uitvoerig geteste computerapplicatie versie 2.0 vrij te geven.

Dit document bevat het plan om in samenwerking met de markt tot de oplevering van een breed gedragen risicoanalysemodel RWSQRA 2.0 te komen.

---

## 2. Probleem- en doelstelling

### 2.1 Probleemstelling

In de EU richtlijn inzake minimum veiligheidseisen voor tunnels in het trans Europese wegennet (29 april 2004) is het begrip risicoanalyse in artikel 13 als volgt gedefinieerd:

*Een risicoanalyse is een analyse van de risico's van een gegeven tunnel, waarbij rekening wordt gehouden met alle ontwerpaspecten en verkeersomstandigheden die van invloed zijn op de veiligheid.*

De lidstaten worden verplicht voor de analyse een gedetailleerde en duidelijk omschreven methodologie te gebruiken, die beantwoordt aan de best beschikbare praktijken. De Europese Commissie moet worden geïnformeerd over de toegepaste methodologie.

Indien nodig zal de Europese Commissie uiterlijk op 30 april 2009 voorstellen doen voor de invoering van een algemene geharmoniseerde methodologie voor risicoanalyse. Zoals in de inleiding reeds vermeld: de (inter)nationale "tunnelveiligheids-gemeenschap", waaronder de Europese Commissie in Brussel, kijken vol verwachting en ongeduldig uit naar het ter beschikking stellen van het lang geleden aangekondigde RWSQRA. Er liggen dus kansen voor de BV Nederland om internationaal aan de weg te timmeren met RWSQRA 2.0. Daarom is het van groot belang om zo snel mogelijk tot oplevering te komen.

### 2.2 Doelstelling

RWS wil de markt benaderen om de oplevering van een door alle veiligheidsactoren geaccepteerde, goed gedocumenteerde computerapplicatie RWSQRA 2.0 te versnellen. Deze zal de wettelijk voorgeschreven versie 1.0 moeten gaan vervangen. Dit betekent samenwerking aangaan bij het uitontwikkelen van het theoretische model en bij het verkrijgen van draagkracht bij V&W, BIZA, VROM, NIFV en NVBR. Na de validatie van het theoretische model dient de computerapplicatie RWSQRA 2.0 worden voltooid en te worden geverifieerd.

---

## 3. Uitgangspunten, randvoorwaarden en eisen

### 3.1 Uitgangspunten

#### Uitgangspunt 1: *Afbakening*

De validatie van het theoretische model wordt “losgeknipt” van de verificatie van de computerapplicatie<sup>3</sup>.

#### Uitgangspunt 2: *Achtergronddocument*

Uitgangspunt is het achtergronddocument RWS QRA 2.0 model [4] van maart 2007.

#### Uitgangspunt 3: *Begeleidingsgroep georganiseerd door ARCADIS*

Een interdepartementale begeleidingsgroep wordt gezien als probaat middel om het achtergrondmodel te voltooien. De begeleidingsgroep zal periodiek worden geïnformeerd middels een viertal bijeenkomsten georganiseerd door ARCADIS.

### 3.2 Randvoorwaarden

#### Randvoorwaarde 1: *Samenhang als voorwaarde voor acceptatie*

Voor acceptatie bij Binnenlandse Zaken dienen de modellen in RWSQRA te worden afgestemd met aanpak in de leidraad Scenarioanalyse voor Wegtunnels (en omgekeerd). Dit betekent dat de uitgangspunten in individuele scenario's uit RWSQRA 2.0 ook in lijn moeten zijn met de uitgangspunten bij de uitwerking van deterministische scenario's.

#### Randvoorwaarde 2: *Participatie als voorwaarde voor acceptatie*

De NIFV en NIBRA dienen actief te participeren in de uitvoering van dit project teneinde draagkracht te verkrijgen. Dit betekent dat er wensen van NIFV of NVBR kunnen volgen en er ruimte moet zijn aan verdere modelontwikkelingen gestuurd door Binnenlandse Zaken. Ook kan worden gedacht aan een technisch vooroverleg RWS met NVBR ter voorbereiding van de begeleidingsgroepbijeenkomst.

#### Randvoorwaarde 3: *Erkende bureaus*

De bureaus ARCADIS en TNO dienen erkend te worden door de Commissie Tunnelveiligheid om 'een keurmerk' ten aanzien van transparant en gebruiksgeschikt als wettelijk instrument aan RWSQRA 2.0 te kunnen afgeven.

---

<sup>3</sup> De verificatie van de computerapplicatie in samenwerking met de markt zal in een apart plan van aanpak worden beschreven.



---

### 3.3 Eisen

#### Eis 1: *Gevoeligheidsanalyse*

Onderdeel van de beoordelingen van TNO en ARCADIS is de oplevering van een lijst van variabelen in het model, waarvan de gevoeligheid – naar de mening van ARCADIS en TNO – met de computerapplicatie dient te worden onderzocht, op basis waarvan RWS de gebruikers in zijn keuze kunnen adviseren.

---

## 4. Aanpak

Kern van de aanpak bestaat uit een uitbesteding aan ARCADIS en TNO. Deze partijen worden door de Commissie Tunnelveiligheid erkend als deskundig.

De werkzaamheden worden begeleid door een begeleidingsgroep bestaande uit de ministeries van Verkeer en Waterstaat (V&W), Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties (BIZA) en Volkshuisvesting, de Ruimtelijke Ordening en het Milieubeheer (VROM). Daarnaast maken de Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding (NVBR) en het Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra (NIFV) deel uit van de begeleidingsgroep.

De aanpak bestaat uit een aantal gefaseerde werkpakketten die tussentijds worden geëvalueerd en indien noodzakelijk bijgesteld

### 4.1 Werkpakket 1: Voorbereiding

De eerste stap bestaat uit het vinden van de juiste contractvorm die de nodige flexibiliteit biedt om in te haken op de onzekerheden die op het pad liggen<sup>4</sup>. Hierbij wordt gedacht aan een raamcontract. De uitbesteding aan ARCADIS en TNO zal beargumenteerd moeten worden.

#### *Inkoopprocedure*

- 1.1 Inkoopondersteuning vragen bij BIO met speciale aandacht voor de geschikte contractvorm.
- 1.2 Inkoopproces doorlopen: twee inkoopplannen maken voor TNO, respectievelijk ARCADIS
- 1.3 Offerteaanvraag bij ARCADIS en TNO
- 1.4 Opdracht verlenen.

#### *Afstemming met de Commissie Tunnelveiligheid*

- 1.5 Plan van Aanpak voorleggen aan Commissie Tunnelveiligheid

#### Deelproducten Werkpakket 1

1. twee gunningen;
2. een presentatie voor de Commissie Tunnelveiligheid

### 4.2 Werkpakket 2: Validatie kansenmodel

Het kansenmodel is uitontwikkeld door Rijkswaterstaat en kan worden beoordeeld. Met "validatie kansenmodel" wordt bedoeld dat de gebeurtenissenboom klopt, en dat formules waarmee de scenariokansen worden berekend juist zijn en dat onzekerheden in sommige rekenwaarden in kaart zijn gebracht<sup>5</sup>.

#### *Beoordeling*

- 2.1 Hoofdstukken 1 tot en met 5 door ARCADIS
- 2.2 Hoofdstukken 1 tot en met 5 door TNO
- 2.3 Opstellen van een actieplan I "Aanpassing kansenmodel" op basis van de beoordelingen.
- 2.4 Uitvoeren van het actieplan I "Aanpassing kansenmodel"

---

<sup>4</sup> Dit zijn RWS-werkzaamheden !

<sup>5</sup> In een later fase kan het effect in deze onzekerheid met de computerapplicatie worden ingeschat.

---

#### Deelproducten Werkpakket 2

1. een ARCADIS-memo met een oordeel over het kansenmodel
2. een TNO-memo met een oordeel over het kansenmodel
3. een actieplan I "Aanpassing kansenmodel"
4. een aangepast achtergronddocument (H1 t/m 5)

#### 4.3 Werkpakket 3: Uitontwikkelen gevolgenmodel

De te voltooien onderdelen in het theoretische model zijn gerelateerd aan het gevolgenmodel.

##### *Uitontwikkelen gevaarlijke-stoffenscenario's.*

#### 3.1 Safeti-berekeningen door ARCADIS

##### *Dosismodellen voor branden.*

- 3.2 Een oordeel over de conceptrapportage van het gevolgenmodel door TNO (hoofdstuk 6 )
- 3.3 Een actieplan II "Uitontwikkeling gevolgenmodel". Onderdeel hiervan zijn:
  1. een TNO-advies voor de toepassing van de juiste letselfractie in het gevolgenmodel, c.q. de dosismodellen met de relatie tussen kans op overlijden en blootstellingduur en – concentratie.
  2. Een oordeel over de CFD-berekeningen in het achtergronddocument.
- 3.4 Uitvoeren van actieplan II "Uitontwikkeling gevolgenmodel".

#### Deelproducten Werkpakket 3

1. Een ARCADIS-memo met SAFETI-berekeningen;
2. Een TNO-memo met een oordeel over de status van hoofdstuk 6
3. Een actieplan II "Uitontwikkeling gevolgenmodel" met als onderdelen een voorstel voor het juiste letselfractiemodel in RWSQRA en een oordeel over de gehanteerde werkwijze voor wat betreft de CFD-berekeningen en de interpolatie-tabel.
4. Een uitontwikkeld concepthoofdstuk 6 in het achtergronddocument.

#### 4.4 Werkpakket 4: Validatie gevolgenmodel

Dit behelst het bediscussiëren en het als (on)juist betitelen van alle in het model beschreven uitgangspunten en aannamen. De onjuiste aannamen en uitgangspunten zullen planmatig worden verbeterd.

##### *Beoordeling achtergronddocument*

- 4.1 Beoordeling hoofdstuk 6 door ARCADIS
- 4.2 Opstellen van een actieplan III "Aanpassing (uitontwikkeld) gevolgenmodel" op basis van de beoordeling van ARCADIS.
- 4.3 Uitvoeren van actieplan III "Aanpassing (uitontwikkeld) gevolgenmodel"

#### Mijlpaal 3: Deelproducten

5. een ARCADIS-memo met een oordeel over hoofdstuk 6.
6. een actieplan III "Aanpassing (uitontwikkeld) gevolgenmodel"
7. Een aangepast hoofdstuk 6 in het achtergronddocument.

---

## 4.5 Werkpakket 5: Validatie risicoberekeningsmodel

Nadat het kansen- en gevolgenmodel is gevalideerd kan hoofdstuk 7, waarin de kansen en gevolgen tot risicomaten worden vastgesteld, worden gevalideerd.

### *Afronding*

- 5.1 Beoordeling hoofdstuk 7 door ARCADIS
- 5.2 Beoordeling hoofdstuk 7 door TNO
- 5.3 Afronden achtergronddocument

### Mijlpaal 4: Deelproducten

1. Een TNO-memo met een oordeel over hoofdstuk 7
2. Een ARCADIS-memo met een oordeel hoofdstuk 7
3. een gevalideerd achtergronddocument met het theoretisch risicoberekeningsmodel RWSQRA 2.0
4. een actieplan om de effecten van onzekerheden in bepaalde rekenwaarde uit te zoeken na oplevering van de computerapplicatie RWSQRA 2.0.

## 4.6 Werkpakket 6: Acceptatie RWSQRA 2.0

### *Bijeenkomsten begeleidingsgroep*

- 6.1 Organisatie bijeenkomst 1 door ARCADIS
  - Verdere procesafspraken
- 6.2 Organisatie bijeenkomst 2 door ARCADIS
  - Voortgang melden
  - Evaluatie procesafspraken
- 6.3 Organisatie bijeenkomst 3 door ARCADIS
  - Voortgang melden
  - Evaluatie procesafspraken
- 6.5 Organisatie slotbijeenkomst 4 door ARCADIS
  - Voortgang melden
  - Vervolgafspraken

---

## 5.Planning en betaalmomenten

### 5.1 Planning

WP	Stap	Omschrijving	Gereed
1	1.1	Inkoopondersteuning vragen bij BIO	11-03-07
	1.2	Inkoopproces doorlopen: inkoopplan maken	11-03-07
	1.3	Offerteaanvraag bij ARCADIS en TNO	25-03-07
	1.4	Opdracht verlenen.	01-04-07
	1.5	Plannen voorleggen aan Commissie Tunnelveiligheid	09-03-07
2	2.1	Hoofdstukken 1 tot en met 5 door ARCADIS	22-04-07
	2.2	Hoofdstukken 1 tot en met 5 door TNO	22-04-07
	2.3	Opstellen van een actieplan I "Aanpassing kansenmodel"	29-04-07
	2.4	Uitvoeren van het actieplan I "Aanpassing kansenmodel"	13-05-07
3	3.1	Safeti-berekeningen door ARCADIS	15-04-07
	3.2	Oordeel conceptrapportage gevolgenmodel door TNO	06-05-07
	3.3	Een actieplan II "Uitontwikkeling gevolgenmodel"	13-05-07
	3.4	Uitvoeren actieplan II "Uitontwikkeling gevolgenmodel".	17-06-07
4	4.1	Beoordeling uitontwikkeld gevolgenmodel (H6) ARCADIS	01-07-07
	4.2	Opstellen actieplan III "Aanpassing gevolgenmodel"	01-07-07
	4.3	Uitvoeren actieplan III "Aanpassing gevolgenmodel"	05-08-07
5	5.1	Beoordeling hoofdstuk 7 door ARCADIS	12-08-07
	5.2	Beoordeling hoofdstuk 7 door TNO	12-08-07
	5.3	Afronden achtergronddocument	19-08-07
6	6.1	Organisatie bijeenkomst 1 door ARCADIS	08-04-07
	6.2	Organisatie bijeenkomst 2 door ARCADIS	20-05-07
	6.3	Organisatie bijeenkomst 3 door ARCADIS	24-06-07
	6.4	Organisatie slotbijeenkomst 4 door ARCADIS	26-08-07
7	7.1	Projectbeheersing en overlegmomenten	23-09-07

### 5.2 Betaalmomenten

Na het beëindigen van werkpakket 3 en na het opleveren van het eindresultaten zullen betalingen plaatsvinden aan TNO en ARCADIS op basis van de bestede uren.

## 6. Organisatie

### 6.1 Taken en verantwoordelijkheden

De werkzaamheden van ARCADIS en TNO zullen door een interne begeleidingsgroep van Rijkswaterstaat Bouwdienst worden begeleid.

Tabel 6.1 *Interne begeleidingsgroep Rijkswaterstaat Bouwdienst*

Wie	Functie	Taak	Verantwoordelijkheid
Ben van den Horn	Senior adviseur veiligheid	Opdrachtgever BD-begeleidingsgroep	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eindverantwoordelijk acceptatie resultaten ARCADIS &amp; TNO</li> <li>Informatievoorziening</li> </ul>
Jelle Hoeksma	Senior adviseur veiligheid	BD-begeleidingsgroep	Bijdragen aan kwaliteitsbewaking en acceptatie resultaten TNO en ARCADIS
Erwin Schoenmakers	Adviseur veiligheid	BD-begeleidingsgroep	
Sipke van Manen	Senior adviseur veiligheid	BD-begeleidingsgroep	
Marius Naaktgeboren	Senior Specialist Civiele Techniek	BD-begeleidingsgroep	
Ronald Mante	Senior adviseur veiligheid	Vrije rol	Gevraagd en ongevraagd advies bij het proces

Daarnaast is er een interdepartementale begeleidingsgroep actief.

Tabel 6.2 *Interdepartementale begeleidingsgroep (inclusief uitvoerende partijen)*

Naam	Organisatie	Rol/Expertise
Anja van Dam	Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties	Projectteam Tunnelveiligheid
Peter Frijns	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer	Projectleider Unificatie deskundige QRA/Externe Veiligheid
Nils Rosmuller	Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra	Inhoudelijk senior specialist
Hans Broekhuizen	Commissie voor de Tunnelveiligheid	Overkoepelende brandweerorganisaties
Ben van den Horn	RWS Bouwdienst	Adviseur Tunnelveiligheid/ Projectleider RWS QRA
Evert Worm	RWS Bouwdienst	Veiligheidsbeambte
Johan Tintel	Verkeer en Waterstaat	Wet VGS
Jan-Bert Dijkstra	Verkeer en Waterstaat	Manager wegen

---

Stefan Lezwijn/ Jorrit Nieuwenhuis	ARCADIS Infra BV	Specialistische kennis risicoanalyse en procesbegeleiding
Menso Molag	TNO	Specialistische kennis risicoanalyse

## 6.2 Kwaliteit en acceptatieprocedure

De interdepartementale begeleidingsgroep en de actieve deelname van NVBR en/of NIFV is een waarborg voor het verkrijgen van acceptatie van RWSQRA 2.0 als beslissingsondersteunend en wettelijk instrument voor het helpen vaststellen van de veiligheid voor wegtunnels.

De interne begeleidingsgroep van Rijkswaterstaat Bouwdienst zal zich belasten met de acceptatie van een kwalitatief voldoende eindresultaat van TNO en ARCADIS. De focus bij de acceptatie ligt bij de logica en consistentie van het theoretische model. ARCADIS en TNO zullen worden gevraagd aan te tonen dat de hoe de kwaliteit van hun dienstverlening wordt geborgd.

## 6.3 Informatie en overlegmomenten

Na elke fase van het project zal de voortgang worden besproken in de interne begeleidingsgroep.

De Commissie voor de Tunnelveiligheid, de Veiligheidsbeambte en de werkveldtrekker Tunnelveiligheid van de afdeling Veiligheid zullen regelmatig over de voortgang worden geïnformeerd.

---

## 7. Referenties

- [1] Kruiskamp M.M., L. Brussaard & M.P. Oude Essink 2003, Projectplan Ontwikkeling achtergronddocument en computerapplicatie risicoanalyse tunnels, Januari 2003, 4818-2003-0011, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, Utrecht.
- [2] Kruiskamp, M.M. 2004, RWS QRA model, Achtergronddocument, versie Juni 2004, *niet geregistreerd*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, Utrecht,.
- [3] *Verslag bijeenkomst 'Brainstorm RWS-QRA' Jelle Hoeksma, Michel Oude Essink, Marius Naaktgeboren, Evert Worm*, 4818-2004-0304, Utrecht, 9 december 2004.
- [4] Hoeksma, J., Van den Horn, B.A., Schoenmakers, E. RWS QRA 2.0 model, Achtergronddocument, versie Maart 2007, *niet geregistreerd*, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, Utrecht