

TUNNELFACTS

special van het Projectbureau **TUNNELVEILIGHEID**

Handreiking Risicoanalyse Tunnelveiligheid

Methodieken, modellen
en veiligheidscriteria voor
kwantitatieve risicoanalyse
en scenarioanalyse

Tunnelfacts is een speciale uitgave van de Tunnelflits, de nieuwsbrief over tunnelveiligheid die het ministerie van Verkeer en Waterstaat vijf keer per jaar uitgeeft. In deze Tunnelfacts alle aandacht voor de Nieuwe Handreiking Risicoanalyse Tunnelveiligheid.

		pagina
	Voorwoord	3
	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
2	Methodieken	9
3	Veiligheidscriteria	13
4	Toepassingen in verschillende procesfasen	17
5	Processtappen	22
5.1	Systeembeschrijving	22
5.2	Risico inventarisatie	23
5.3	Analyse van kans en gevolgaspecten	24
5.4	Bepaling veiligheidsniveau	24
5.5	Evaluatie veiligheidsniveau	24
5.6	Beoordeling aanvaardbaarheid	24
5.7	Aanvullende maatregelen (PIARC:Risicobehandeling)	25
6	Literatuur	26
	Aanbevolen websites	27
	Begrippenlijst	28

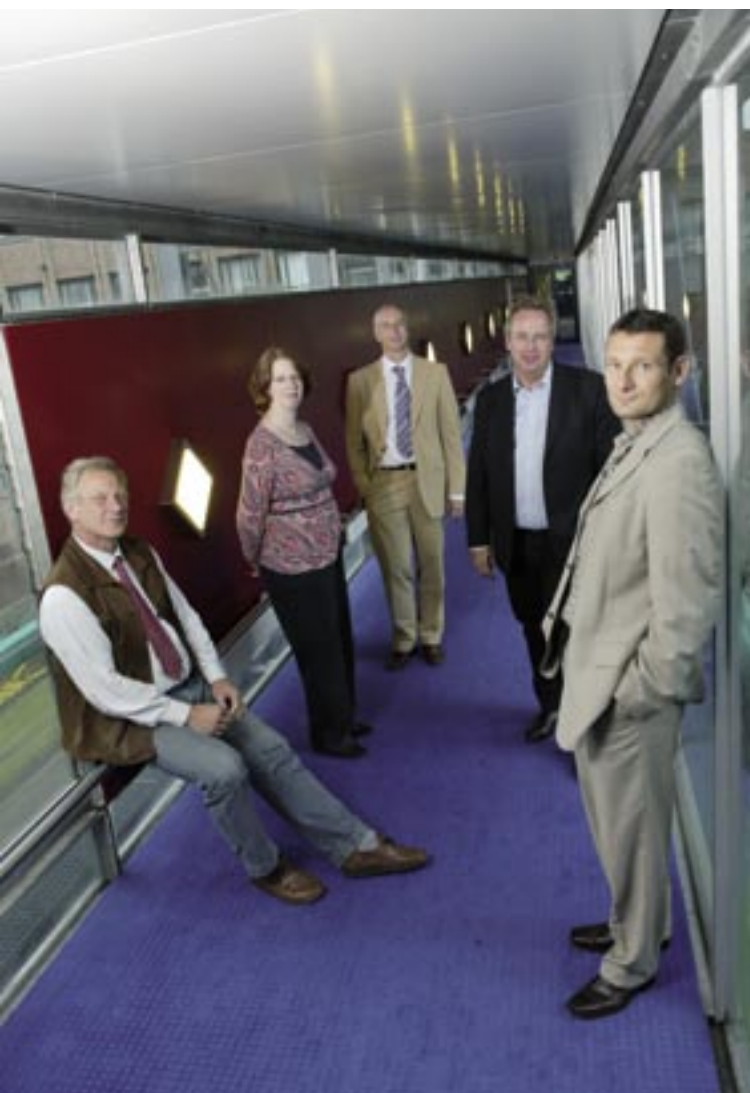
NB: Alle voetnoten worden aan het eind van het betreffende hoofdstuk uitgelegd.

Voorwoord

Deze handreiking is een product van het Projectteam Tunnelveiligheid. De Handreiking vervangt een eerder concept dat medio 2005 aan diverse betrokken partijen is voorgelegd (Handreiking Risicoanalyses, consultatieversie, 2005). De voorliggende Handreiking gaat in op gestelde vragen en gemaakte opmerkingen vanuit de praktijk. Het document is geen onderdeel van de wet- en regelgeving, maar heeft wel een informele status omdat het onder meer door de Commissie Tunnelveiligheid wordt gehanteerd bij de beoordeling van de wettelijk verplichte risicoanalyses. In 2008 vindt een evaluatie plaats van de risico-modellen en -technieken. De Europese Commissie houdt de optie open om in 2009 hierover nadere regels voor de lidstaten op te stellen.

Aan de totstandkoming van dit document is bijgedragen door een breed samengestelde werkgroep van deskundigen. Aan de bijeenkomsten van deze werkgroep hebben deelgenomen: Arie-Jan Arbouw (PTV), Gerard Arends (TU Delft), Nils Rosmuller (Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra), Aryan Snel (Witteveen + Bos), Carolien Soons (Horvat en Partners), Pieter van der Torn (Stichting WtTZ), Annemiek van Waterschoot (RWS) en Evert Worm (RWS). Ook is gebruik gemaakt van opmerkingen van Wim de Visser (ProRail).

Den Haag,
1 september 2006



Carolien Soons



Gerard Arends



Evert Worm

Van links naar rechts:
Pieter van der Torn, Annemiek van Waterschoot,
Aryan Snel, Arie-Jan Arbouw, Nils Rosmuller

Samenvatting

De afgelopen jaren is er veel veranderd op het gebied van tunnelveiligheid. Voor betrokken partijen is het daarom van belang om een overzicht te krijgen van de veiligheidseisen en de veiligheidscriteria waaraan een tunnel moet voldoen.

Dit overzicht wordt – op hoofdlijnen – gegeven in de Beleidsnota Tunnelveiligheid deel A, Proceseisen (2003) en deel B, Veiligheidseisen (2005). De meer gedetailleerde uitwerking vindt in de regelgeving plaats. In deel B wordt verwezen naar een concept handreiking risicoanalyses, bedoeld voor projectleiders, bevoegd gezag en Commissie Tunnelveiligheid. Deze Handreiking is een actualisering van de concept-handreiking uit mei 2005. De actualisering is nodig vanwege sindsdien ontwikkeld instrumentarium en vanwege vragen uit de praktijk.

De Handreiking gaat in op de problematiek van de veiligheid in de tunnel (interne veiligheid); de risicoanalyses op het gebied van externe veiligheid en van arbeidsveiligheid zijn elders al geregeld en vallen buiten de scope.

Risicoanalyse is een algemeen begrip voor een grote familie van verschillende methodieken en modellen. De gemeenschappelijke of 'familie' eigenschap is dat de veiligheidsrisico's op systematische wijze worden geanalyseerd. Een tweede min of meer gemeenschappelijke eigenschap is dat met risicoanalyses het risiconiveau kan worden bepaald. In de praktijk worden risicoanalyses voor meerdere doelen gebruikt:

- 1 De keuze tussen verschillende alternatieven onderbouwen op gebied van veiligheid;
- 2 De algemene consistentie van het plan en ontwerp beoordelen op veiligheid;
- 3 De veiligheid van het ontwerp aantonen door toetsing aan de veiligheidscriteria;
- 4 De kosteneffectiviteit van maatregelen optimaliseren.

Risicoanalyse helpt om de risico's voor individuele personen, bevolkingsgroepen, eigendommen en de omgeving inzichtelijk te maken. Twee analysemethodieken zijn voor tunnels met een omsloten gedeelte langer dan 250 meter wettelijk verplicht; de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) en de scenarioanalyse (SceA). Met de QRA wordt een algemeen veiligheidsniveau berekend, met de SceA worden voor een aantal scenario's de processen waarbij veiligheid een rol speelt goed in beeld gebracht.

Risicoanalyses zijn aan de orde in alle fasen van een tunnelproject en zijn achtereenvolgens gericht op het stellen van kaders aan veiligheid, een veilig ontwerp en het behoud van veiligheid tijdens de bouw en exploitatie.

De Nederlandse modellen voor de QRA en de methode voor SceA zijn van recente datum. Vooral op het gebied van de QRA-modellen is daarbij nog een hele slag te maken. Het instrumentarium is derhalve nog in ontwikkeling, ook internationaal. De Europese Commissie heeft aangegeven dat zij op grond van opgedane ervaringen met de toepassingen in de lidstaten overweegt om in 2009 met voorstellen tot harmonisatie te komen. Ter voorbereiding hierop zal het instrumentarium voor risicoanalyses in 2008 worden geëvalueerd.



Sophiaspoortunnel



Beneluxtunnel

1 Inleiding

In deze paragraaf komt de aanleiding van de Handreiking aan de orde, alsmede de samenhang van de wettelijke eisen met de risicoanalyse en de doelgroep voor deze Handreiking.

Waarom is een Handreiking nodig?

De afgelopen jaren is er veel veranderd op het gebied van tunnelveiligheid. Risicoanalyses zijn wettelijk verplicht geworden. Voor betrokken partijen is het daarom van belang om een overzicht te krijgen van de veiligheidseisen en de veiligheidscriteria waaraan een tunnel moet voldoen.

In deel B wordt verwezen naar een concept handreiking risicoanalyses, bedoeld voor projectleiders, bevoegd gezag en Commissie Tunnelveiligheid.

Deze Handreiking is een actualisering van de concept-handreiking uit mei 2005. De actualisering is nodig vanwege sindsdien ontwikkeld instrumentarium en vanwege vragen uit de praktijk.

Wat is de samenhang tussen veiligheidseisen en veiligheidscriteria?

Tunnelveiligheid wordt op diverse wijzen geborgd. Veiligheidseisen zijn een verzameling van proceseisen, bouw- en gebruiksvorschriften waaraan onderdelen van het tunnelsysteem in ieder geval moet voldoen. Bijvoorbeeld de maatvoering van vluchtdeuren. Om een beeld te krijgen of het gehele tunnelsysteem veilig genoeg is zijn veiligheidscriteria ontwikkeld. Hiermee wordt bepaald of het hele tunnelsysteem voldoet aan het beoogde veiligheidsniveau. Het veiligheidsniveau wordt bepaald door middel van de kwantitatieve risicoanalyse (QRA) en de scenarioanalyse (SceA).

Waar zijn of worden de veiligheidseisen vastgelegd?

Er zijn verschillende wettelijke kaders van toepassing op tunnelveiligheid. De belangrijkste zijn (1) de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels, (2) de Woningwet (waaronder het Bouwbesluit valt) en (3) de Spoorwegwet.

Tunneltraverse Leiden



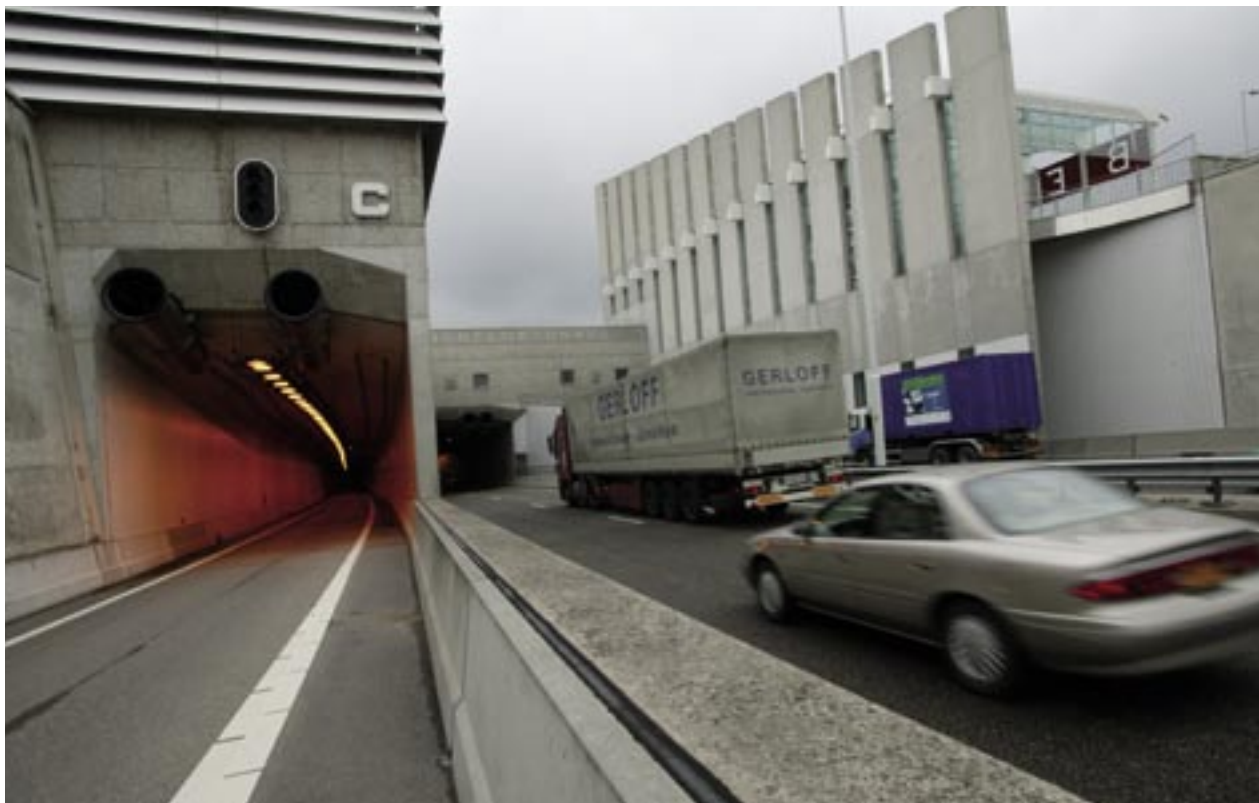
- 1 In de Wet aanvullende Regels veiligheid wegtunnels zijn de proceseisen uit de Beleidsnota Tunnelveiligheid (deel A, 2003) vastgelegd. Voor spoortunnels, metro en tramtunnels moet verankering in regelgeving nog plaatsvinden.
- 2 In de regeling bij het Bouwbesluit 2003 zijn in een nieuw hoofdstuk 5 alle bouwvoorschriften voor wegtunnels opgenomen. De bouwvoorschriften voor spoortunnels, metro en tramtunnels worden op 1 januari 2008 aan dit hoofdstuk toegevoegd. In 2007 wordt de Woningwet herzien. In de herziene Woningwet worden landelijke gebruiksvoorschriften voor tunnels opgenomen. De landelijke gebruiksvoorschriften voor wegtunnels zijn al van kracht; deze zijn tijdelijk in het besluit bij de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels opgenomen.
- 3 De Europese veiligheidseisen voor spoortunnels krijgen medio 2007 directe werking via de Spoorwegwet. De bouw- en gebruiksvoorschriften worden hier tot 1 januari 2008 tijdelijk in opgenomen.

Concepten van bouw- en gebruiksvoorschriften voor spoortunnels, metro en tramtunnels zijn tot die tijd onder meer te verkrijgen bij de Commissie Tunnelveiligheid (www.commissietunnelveiligheid.nl). Hierdoor kan bij plannen en projecten tijdig geanticipeerd worden op de nieuwe regelgeving.

Waar zijn de veiligheidscriteria vastgesteld?

Risicoanalyses zijn bij wet verplicht gesteld. De modellen voor de QRA en de methodiek voor SceA zijn van recente datum. Dit instrumentarium is derhalve nog in ontwikkeling. Daarom is er voor gekozen om de veiligheidscriteria uit de Beleidsnota Tunnelveiligheid (deel B, 2005) niet in de wet, maar in deze Handreiking op te nemen en toe te lichten. Om dezelfde reden is besloten om het instrumentarium in 2008 te evalueren.

Beneluxtunnel



Veiligheidseisen en veiligheidscriteria zijn soms éénduidig omschreven, bijvoorbeeld als standaardafmeting, andere keren bieden ze meer ruimte voor interpretatie. Waarom is deze diversiteit en wat zijn en betekenen de meest gebruikte termen om dit onderscheid aan te geven?

Doelvoorschriften geven in algemene zin aan wat er bereikt moet worden en laten, wat de uitvoering betreft, ruimte voor eigen invulling en interpretatie. Middelvoorschriften geven meer in detail aan hoe een bepaald doel bereikt moet worden. Middelvoorschriften hebben vaak de vorm van een maatregel, soms zelfs met bijbehorende gestandaardiseerde afmetingen of van een proceseis.

In de wetgeving voor tunnels zien we beide typen voorschriften terug. De bouwregelgeving kent functionele eisen (doelvoorschriften) en prestatie eisen (middelvoorschriften). Belangrijk is te vermelden dat voor bouwregels het gelijkwaardigheidbeginsel geldt. Dat houdt in dat de tunnelbeheerder mag afwijken, mits hij aantoont dat een andere maatregel een gelijkwaardige bijdrage levert aan het achterliggende doel. Als dit voor het bevoegd gezag voldoende overtuigend is, zal deze instemmen met de alternatieve maatregel.

Ook bij de risicoanalyses zien we verschillen. De risiconormen van de QRA zijn eenduidig als resultante van een berekening. De (proces-)doelstellingen van de SceA zijn minder eenduidig geformuleerd; de tunnelbeheerder en het vervoerbedrijf¹ zullen hier het bevoegd gezag moeten aangeven hoe de procesdoelstellingen worden gehaald.

Voor wie is deze Handreiking bedoeld?

Deze Handreiking is vooral geschreven voor diegenen die de risicoanalyses uitvoeren, beoordelen en toetsen. Dit zijn met name de projectleiders en projectteamleden van de opdrachtgever en de opdrachtnemer, gespecialiseerde consultants, het bevoegd gezag plus zijn adviseurs, de Commissie voor de Tunnelveiligheid, de veiligheidsbeambte en de inspectiediensten (bouw- en woningtoezicht gemeente, IVW).

Voetnoot

1 Bij raitunnels



Metro Rotterdam

2 Methodieken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de methodiek van de risicoanalyse. Wat is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) en wat is een Scenarioanalyse (SceA). Waarom zijn beide technieken nodig? Welke methodieken worden voorgeschreven? In hoeverre is standaardisering van methodieken wenselijk? In hoeverre is er draagvlak voor?

Wat is een risicoanalyse?

Risicoanalyse is een algemeen begrip voor een grote familie van verschillende methodieken en modellen. De gemeenschappelijke 'familie' eigenschap is dat de risico's op systematische wijze worden geanalyseerd. Een tweede min of meer gemeenschappelijke eigenschap is dat het risiconiveau kan worden bepaald met behulp van risicoanalyses. In de praktijk worden risicoanalyses voor meerdere doelen gebruikt:

- 1 De keuze tussen verschillende alternatieven onderbouwen op gebied van veiligheid;
- 2 De algemene consistentie van het plan en ontwerp beoordelen op veiligheid;
- 3 De veiligheid van het ontwerp aantonen door toetsing aan de veiligheidscriteria;
- 4 De kosteneffectiviteit van maatregelen optimaliseren.

Risicoanalyse helpt om de risico's voor individuele personen, groepen van personen, eigendommen en de omgeving inzichtelijk te maken.

Wat is een QRA?

Een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) is een risicoanalyse waarbij de nadruk wordt gelegd op het bepalen van de kans van optreden van initiële gebeurtenissen en de mogelijke gevolgen van incidenten. Risico's worden bij de QRA gedefinieerd als een product van kans en gevolg, waarbij het gevolg wordt uitgedrukt in het aantal dodelijke slachtoffers. Het veiligheidsniveau wordt bepaald als de som van de risicobidragen van de afzonderlijke scenario's. De QRA is daarmee de optelsom van een groot aantal scenario's, inclusief de ingeschatte kans van optreden. Aan de hand van deze scenario's kan het effect worden bepaald van een beperkt aantal vooraf gespecificeerde maatregelen, zoals detectie en signalering, ventilatie en afstanden tussen vluchtdeuren.



Westerscheldetunnel

Wat is een SceA?

Een scenarioanalyse (SceA) is een risicoanalyse waarbij de nadruk wordt gelegd op het verloop in de tijd van een gebeurtenis en de operationele processen die plaatsvinden in reactie op een incident. Op grond van de analyses worden – indien nodig – maatregelen bepaald die het procesverloop voor en na het incident kunnen verbeteren, of de ontwikkeling van het ongeval kunnen inperken.

De volgende operationele processen worden onderscheiden: verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening. Het procesverloop wordt voor een beperkt aantal karakteristieke scenario's geanalyseerd.

Waarom is zowel een QRA als een SceA nodig?

Voor tunnelveiligheid zijn een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) én een scenarioanalyse (SceA) verplicht, omdat ze samen een goed inzicht geven in het falen en de veerkracht van het tunnelsysteem en beiden pijlers zijn voor de ondersteuning van de besluitvorming.

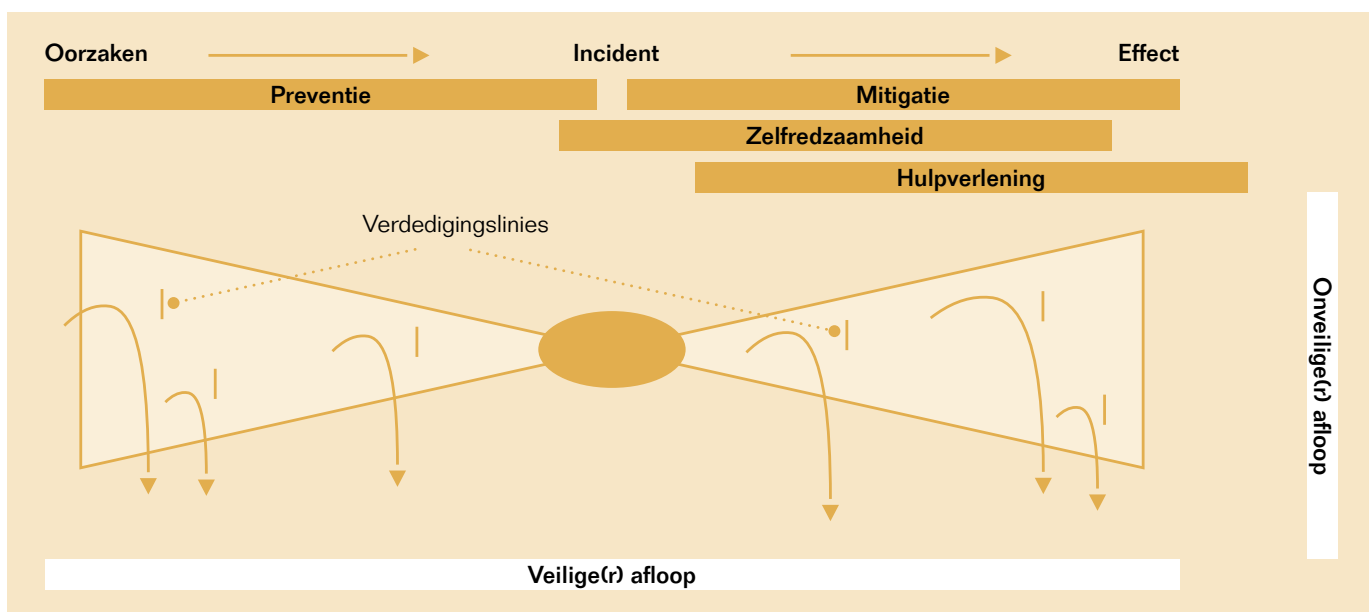
In beide risicoanalyses worden zowel de mogelijke oorzaken als gevolgen van een incident beschouwd. Het vlinderdasmodel wordt vaak gebruikt om dit proces in beeld te brengen, inclusief de aangrijpingspunten om de incidentontwikkeling te voorkomen of om de gevolgen ervan te beperken.

Een ongevalsscenario is te beschrijven als een combinatie van een foutenboom en een gebeurtenissenboom. De foutenboom stoelt op het principe 'backward logic'; vanuit een gebeurtenis speurt men terug naar de mogelijke oorzaken. De gebeurtenissenboom stoelt op het principe 'forward logic'; vanuit een gebeurtenis kijkt men verder naar mogelijke verder gevolgen. Deze twee vormen tezamen het vlinderdasfiguur, zie figuur 1.

In het vlinderdasmodel staat het incident centraal. Links ervan staan de ongevaloorzaken en rechts de effecten. Van links naar rechts komt zo de causale keten in beeld.

Aan beide zijden bestaan aangrijpingspunten voor het beïnvloeden van het verloop van de causale keten met veiligheidsmaatregelen. Enerzijds gaat het om het voorkomen van het incident (preventieve maatregelen) en anderzijds om na een incident een zo veilig mogelijke afloop te bewerkstelligen (repressieve maatregelen). De verticale strepen in de figuur zijn de zogenaamde 'lines of defence' ofwel verdedigingslijnies. De pijltjes in de figuur geven aan, dat een effectieve verdedigingslinie leidt tot een veilige(r) afloop van het incident, met uiteindelijk een terugkeer naar een beheerste en ongestoorde (verkeers)situatie.²

De preventieve maatregelen komen terug in de vormgeving (bijvoorbeeld gescheiden rijrichtingen of geen wissels in een tunnel) en in de detectievoorzieningen. De repressieve maatregelen worden onderverdeeld in mitigatie, zelfredzaamheid en hulpverlening. In de QRA ligt de nadruk op de kansaspecten en de oorzaak-gevolg relaties van de – goed kwantificeerbare – onderdelen van het tunnelsysteem: infrastructuur, veiligheidsorganisatie en gebruik (materieel, mensen en lading). Het voornemen is om de modellering in de komende jaren verder te standaardiseren, waardoor de resultaten onderling beter vergelijkbaar worden. Het RWS-QRA-model voor de wegtunnels is hiervoor een eerste aanzet. De uitkomst van de analyse geeft een veiligheidsniveau aan van het gehele tunnelsysteem. De dimensie van de gevolgen is daarbij alleen uitgedrukt in dodelijke slachtoffers.



Figuur 1: Het Vlinderdasmodel

In de SceA ligt de nadruk op de ontwikkeling van de gevolgen en het – tijdafhankelijke – menselijke gedrag van de tunnelbeheerder, de gebruikers en de hulpverleningsdiensten hierbij. De methodiek is flexibel en meer beschrijvend van aard, hetgeen het mogelijk maakt om de veiligheid en de economische schade vrij realistisch in beeld te brengen. Ook geeft de SceA inzicht in de benodigde inzet van tunnelbeheerder en hulpverleningsdiensten om bijvoorbeeld aan gewonden hulp te verlenen en de economische schade te beperken. Het aantal te onderzoeken scenario's is beperkt, waardoor de resultaten niet in alle opzichten generaliseerbaar zijn.

De SceA beschrijft naast de mogelijke gevolgen ook de aanloop en het verloop voorafgaand aan het incident en hoeft zich niet te beperken tot de rechterkant van de 'vlinderdas'. Hierdoor kunnen ook de verdedigingslijnes vóór het incident gezien worden. Door de combinatie van beide methoden wordt niet alleen een algemeen, vergelijkbaar veiligheidsniveau berekend, maar worden ook alle relevante gevolgen goed in kaart gebracht. Kortom, de QRA biedt een overzichtsfoto waarop

niet alle details te zien zijn; de SceA vormt een fotoalbum waarop de relevante details van enkele gebeurtenissen scherp worden weergegeven.

In hoeverre is standaardisering van methodieken wenselijk?

Tot in 2006 is gewerkt met modellen en methodieken, die vaak door de eigen (project) organisatie zijn ontwikkeld. Daarbij zijn steeds andere uitgangspunten, invoerwaarden en rekenformules gehanteerd, bijvoorbeeld bij gedragsaannamen en bij de gebruikte brandcurve.

Hierdoor zijn de gepresenteerde veiligheidsniveaus onderling moeilijk vergelijkbaar en is het voor de hulpverlening moeilijk om advies uit te brengen aan het bevoegd gezag. Ook is het lastig om de normering goed te handhaven.

Ook de Europese Commissie is zich er van bewust dat de leden van de familie van risicoanalyses onderling sterk verschillen. Zij willen in 2008 de stand van zaken inventariseren en hebben aangekondigd om in 2009 indien nodig voorstellen te doen voor harmonisatie.



Piet Hein tunnel

In hoeverre is er al draagvlak voor de methodieken en modellen?

Voor de Leidraden Scenarioanalyse bestaat een breed draagvlak, omdat de Leidraden in overleg met veel belanghebbende partijen en betrokken deskundigen tot stand zijn gekomen.

Het RWS-QRA-model moet nog voorgelegd worden voor advies aan de NVBR (als spreekbuis van de gezamenlijke openbare hulpverleningsdiensten); daarna moet ze worden voorgedragen voor erkenning als standaard door de ministeries van V&W, VROM en BZK.

Een tweede versie van het RWS-QRA-model wordt eind 2006 verwacht. De bedoeling is dat het model ook door derden kan worden gebruikt (bijv. door projectleiders voor gemeentelijke wegtunnels voor het ontwerp en door hulpverlening en Commissie voor de Tunnelveiligheid voor toetsing).

Voor spoor- en metrotunnels zijn steeds projectspecifieke QRA-modellen gebruikt met verschillende uitgangspunten en criteria (Soons, 2006).

De verschillen in uitvoering tussen raitunnels zijn groot, waardoor het moeilijk is om ze met één standaard QRA-model aan te pakken. De te nemen stappen in de modellering en de uitgangspunten, invoerdata en andere aannamen kunnen wel specifieker worden gemaakt. Het moet in ieder geval mogelijk worden om het model reproduceerbaar te maken.

ProRail en de gemeenten Rotterdam, Amsterdam en Den Haag werken er aan om voor 1 januari 2008 met eigen QRA modellen voor raitunnels te komen.

Welke methodieken worden voorgeschreven?

Modaliteit	QRA-model/methodiek	SceA-methodiek
Weg	RWS-QRA-model voor wegtunnels, 1e versie 2006.	COB: Leidraad scenarioanalyse ongevallen in tunnels, deel 1: wegtunnels 2004 ³ .
Spoor	Projectspectifieke QRA-modellen	COB: Leidraad scenarioanalyse ongevallen in tunnels, deel 2: spoor, tram en metrotunnels en overkappingen 2006.
Tram en metro	Projectspectifieke QRA-modellen	

Tabel 1: Risicoanalysemodellen voor Nederlandse tunnels

Voetnoten

2 Zie verder CCPS, 2001 of Leidraad Scenarioanalyse Wegtunnels, 2004

3 De huidige leidraad heeft betrekking op de voorbereiding bouwfase (definitief ontwerp); voor de fase voorbereiding ontwerpfase (de planvorming) moet de leidraad overeenkomstig de leidraad voor raitunnels worden uitgebreid (zie voorzet in hoofdstuk 4); ook is op onderdelen enige actualisatie nodig.

3 Veiligheidscriteria

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de veiligheidscriteria. Wat zijn de veiligheidscriteria en welke status hebben ze? Welke scenario's moeten worden beschouwd en in welke gevallen zijn aanvullende maatregelen verplicht?

Wat zijn de veiligheidscriteria voor de QRA?

De veiligheidscriteria voor de QRA zijn in de Beleidsnota Tunnelveiligheid (deel B, 2005) geformuleerd als risiconormen voor sterfte op individueel en collectief niveau (zie tabel 2).

De getalswaarden zijn oriënterende waarden, waarvan (beargumenteerd) kan worden afgeweken.

Ook zijn er risiconormen gesteld voor de omgevingsveiligheid ten gevolge van het vervoer van gevaarlijke stoffen (externe veiligheid). Deze zijn gegeven in de Nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (1996); deze is recent nader uitgewerkt in de Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen (2004).

Risiconorm		
Meeteenheid	Wegtunnel	Railtunnel ⁴
Persoonlijk risico per reizigerskilometer	$1 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$
Groepsrisico (bij $N \geq 10$) per kilometer per jaar ⁵	$0,1/N^2$	$0,03/N^2$

Tabel 2: Veiligheidscriteria voor de QRA



Tramtunnel Den Haag

Wat zijn de veiligheidscriteria voor de SceA?

In Beleidsnota Tunnelveiligheid (deel B, 2005) is het criterium van de SceA als volgt gedefinieerd: Het ontwerp van de tunnel moet bij het analyseren van ongevalontwikkelingen met een waarschijnlijkheid van optreden van groter dan $1 \cdot 10^{-6}$ [per jaar] voldoen aan de gestelde functionele eisen.

Dit citaat heeft bij veel partijen tot vragen geleid; dit heeft inmiddels tot een nieuwe omschrijving van het criterium geleid: voor een ongevaltype met een kans van voorkomen van groter dan of gelijk aan 10^{-6} per jaar moet het karakteristieke scenario in de ontwerpfase aan onderstaande vier doelstellingen voldoen.

Voor een ongevaltype met een kans van voorkomen van groter dan of gelijk aan 10^{-6} per jaar moet het karakteristieke scenario in de ontwerpfase aan onderstaande vier doelstellingen voldoen:

	Te analyseren processen	Doelstelling van de scenarioanalyse per proces⁶	Veiligheids criterium
Scenario's met een kans van optreden groter dan $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar	Verkeersafwikkeling	De veiligheidsvoorzieningen zijn gericht op een veilige en ongestoorde doorstroming van het verkeer, alsmede het zo goed als redelijkerwijs mogelijk voorkomen van incidenten en ingrijpen bij verstoringen in het verkeer.	De resultaten van de scenario's voldoen aan de doelstellingen
	Incidentbeheersing	Het tunnelsysteem beschikt over goed opgeleid en getraind personeel en over voldoende, betrouwbare voorzieningen om de gevolgen van incidenten te beperken.	
	Zelfredding	De beschikbare vluchttijd is voldoende voor zelfredzame personen om zich tijdig in veiligheid te kunnen brengen. ⁷	
	Hulpverlening	De hulpverlening kan effectief plaatsvinden.	
Scenario's met een kans van optreden kleiner dan $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar	Verkeersafwikkeling	Nagaan wat de mogelijkheden en beperkingen van het tunnelsysteem zijn ten aanzien van deze vier processen en deze duidelijk zichtbaar maken.	Restrisico's zijn expliciet geaccepteerd ⁸
	Incidentbeheersing		
	Zelfredding		
	Hulpverlening		

Tabel 3: Veiligheidscriteria voor de SceA

Wat wordt verstaan onder 'ongevaltype'?

Bedoeld is hier een groep van incidenten met vergelijkbare kenmerken. Voorbeelden van ongevaltypen zijn pech, botsing, ontsporing, brand, explosie. Aangezien bij de SceA vaak sprake is van ontwikkeling van het individuele incident of ongeval, wordt verder in dit document voor de groep van incidenten met vergelijkbare kenmerken het begrip ongevaltype gehanteerd.

Wat houdt het 10^{-6} criterium in?

De aanleiding voor het 10^{-6} criterium is de volgende. Een aantal onderzochte individuele scenario's met een zeer kleine kans van optreden waren aanleiding tot het eisen van aanvullende maatregelen. Bij verschillende brandscenario's konden bijvoorbeeld uiteenlopende effectieve maatregelen worden geïnventariseerd, op diverse plekken in de tunnel en het materieel, zonder dat er enig afwegingskader bestond. Dit heeft tot veel discussie en onduidelijkheid geleid.

De opdracht van de Ministers van V&W, BZK en VROM was om het veiligheidsniveau voor nieuwe tunnels aan te laten sluiten bij de algemene praktijk-situatie van de Nederlandse tunnels rond 1999⁹. Bij een nadere analyse van de beschikbare SceA en QRA kwam dit ongeveer overeen met de uitspraak dat voor ongevaltypen met een kans van

voorkomen van kleiner dan 10^{-6} per jaar kan worden volstaan met de bouw- en gebruiksvoorschriften in de Woningwet en dat hier door bevoegd gezag geen aanvullende eisen in de bouw- of gebruiksvergunning mogen worden gesteld.

Hoe selecteer je binnen het ongevaltype het karakteristieke scenario?

Het karakteristieke scenario binnen het ongevaltype is dat scenario dat wordt beschouwd als realistisch; zijn er meerdere realistische scenario's, dan de meest relevante onderzoeken (bijv. personenauto-brand, vrachtwagenbrand en tankauto-brand) voor zover ze onderscheidend zijn voor de inzet van mensen, middelen en/of methoden.

Wat wordt verstaan onder effectieve hulpverlening?

De hulpverleningsdiensten hebben geprobeerd om het begrip 'effectief uitvoeren van haar taak' nader in te vullen door te stellen dat alle ernstig gewonden binnen de normtijden kunnen worden geholpen. Uitgangspunt daarbij is dat er geen vermijdbare of 'verwijtbare' sterfte mag optreden.

Een nadere uitwerking hiervan is te vinden in de Leidraad Operationele Prestaties (BZK, 2001).

Spoortunnel Rijswijk



Waarom zou een ongevaltype met een kans kleiner of gelijk aan 10^{-6} in de SceA verder onderzocht moeten worden? Het tunnel-systeem hoeft voor deze scenario's toch niet te voldoen aan de doelstellingen?

Het is juist heel belangrijk om deze ongevaltypen te onderzoeken, want deze geven juist aan welk restrisico de tunnelbeheerder en bevoegd gezag besluiten te accepteren. Bij de beschrijving van deze scenario's komt helder op tafel wat de tunnelbeheerder en hulpverleningsorganisaties nog wel en wat niet (restrisico) kunnen doen met de beschikbare middelen en capaciteit. Het is immers niet zo, dat deze in geval van zo'n scenario met de armen over elkaar gaan zitten.

Wel kan de tunnelbeheerder besluiten om aanvullende maatregelen te treffen, bijvoorbeeld op basis van een eigen veiligheidsfilosofie (bijv. ALARA¹⁰ of ALARP) of van economische overwegingen (bijv. behoud integriteit van de constructie).

Voetnoten

- 4 Voor het groepsrisico geldt: de tunnel inclusief eventuele stations.
- 5 Waarbij N staat voor het aantal dodelijke slachtoffers.
- 6 De (proces-)doelstellingen van de SceA zijn minder eenduidig geformuleerd; de tunnelbeheerder en het vervoerbedrijf zal het bevoegd gezag moeten aangeven hoe de procesdoelstellingen worden gehaald.
- 7 De Leidraad Scenarioanalyse deel 2 (railtunnels) bevat op blz. 24 een afwijkende formulering: "Vluchtroutes, voorzieningen en veilige ruimten zijn zodanig ingericht dat reizigers, railvoertuigpersoneel en onderhoudspersoneel zich tijdig in veiligheid kunnen stellen en dat de veilige ruimte veilig blijft."
- 8 De tunnelbeheerder blijft verantwoordelijk voor de restrisico's; het bevoegd gezag is gehouden om de restrisico's expliciet te accepteren.
- 9 Een situatie zonder sprinklers of soortgelijke systemen; in 2007 vindt een evaluatie plaats van de kosteneffectiviteit en inzetbaarheid van nieuwe methoden en technieken om tunnelbranden te beheersen.
- 10 ALARA: As Low As Reasonably Achievable. Beginsel dat het veiligheidsniveau niet alleen de aanvaardbaarheidsdrempel moet halen, maar dat, wanneer dat uitvoerbaar is, het risico nog verder wordt verkleind. ALARA wordt vaak uitgedrukt als aanvaardbare kosten ten opzichte van het veiligheidsvoordeel, of (minder vaak) als toepassing van de best practice of stand der techniek. ALARP, As Low As Reasonably Practicable, is het leidende principe volgens de kademota veiligheid op de rails, waarbij de balans tussen kosten van risicoreductie en sociale baten bepalend is voor het veiligheidsniveau.



Westerschelde tunnel

4 Toepassingen in verschillende procesfasen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het doel van de risicoanalyse in verschillende fasen voorafgaand aan het gebruik van de tunnel.

Wie is waar verantwoordelijk voor? In welke fasen moet welke risicoanalyse plaatsvinden? In welke documenten worden de risicoanalyses meegenomen? Wat moet in welke fase worden geanalyseerd?

Wie is waar voor verantwoordelijk?

De verantwoordelijkheidsverdeling tussen partijen is in algemene zin bepaald in de Beleidsnota Tunnelveiligheid (deel A, proceseisen, 2003). Een geactualiseerde samenvatting is door RWS opgesteld bij brief van 1 februari 2006.

De tunnelbeheerder is verantwoordelijk voor het opstellen van risicoanalyses. Deze analyses moeten volgens de wet worden uitgevoerd door een onafhankelijk deskundige.¹¹ De eisen voor samenstelling van een scenarioanalyseteam zijn aangegeven in de Leidraad Scenarioanalyse ongevallen in tunnels, deel 1 en 2. Risicoanalyses voor spoortunnels moeten daarnaast worden geaudit en worden getoetst door een onafhankelijke veiligheidsautoriteit.

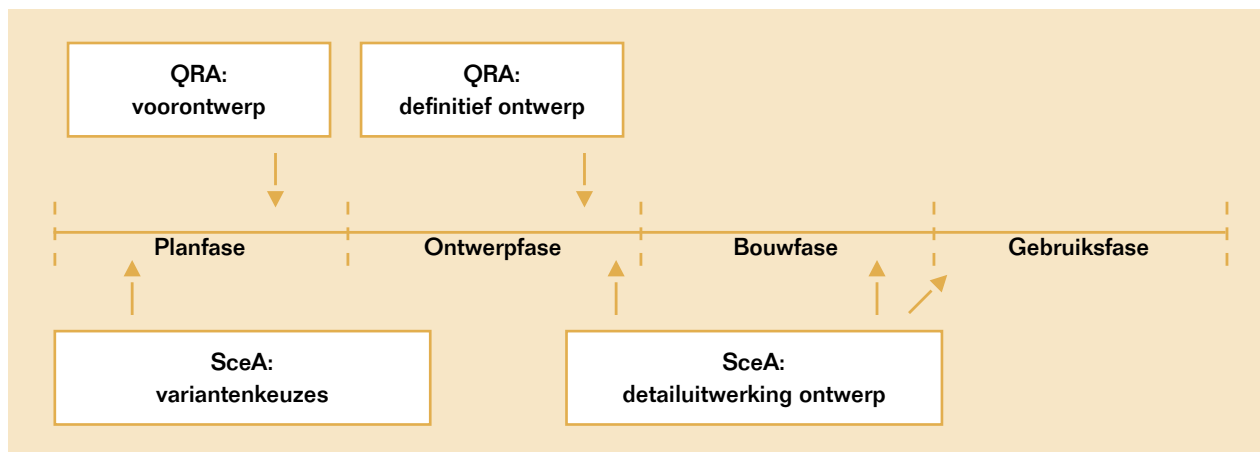
Afhankelijk van de contractvorm kan de opdrachtgever het ontwerpproces zelf ter hand nemen tot en met het bestek, of kan deze het project uitbesteden vanaf het programma van functionele eisen. De opdrachtgever blijft, ongeacht de contractvorm, integraal verantwoordelijk voor het project en de

gerealiseerde veiligheid. Dit laat echter onverlet dat degene die het ontwerpproces uitvoert, verantwoordelijk is voor de veiligheid van het ontwerp binnen de uitgangspunten van de opdrachtgever.

In welke fasen moet welke risicoanalyse plaatsvinden?

Risicoanalyses zijn op grond van de wet verplicht voorafgaande aan de planologische beslissing en voorafgaande aan de verlening van de bouwvergunning. Indien bij een ingrijpende verandering van de tunnel of het tunnelgebruik de planologische beslissing of de bouwvergunning in belangrijke mate herzien moet worden, moet ook een nieuwe risicoanalyse gemaakt worden.

De doelen van de risicoanalyse zijn afhankelijk van de fase waarin het project zich bevindt (zie figuur 2). Elke fase heeft zijn eigen vraagstelling, detaillering-niveau en basisgegevens. Er zijn twee momenten waarop een QRA wordt uitgevoerd: bij het voorontwerp (in de fase voorafgaand aan definitief ontwerp en planologisch besluit) en bij het definitief ontwerp (in de fase voorafgaand aan de bouw(vergunning)). In dezelfde fasen zijn er ook twee momenten waarop de SceA wordt uitgevoerd: bij de keuze tussen de uitvoeringsvarianten (want hier wordt onder meer in belangrijke mate een keuze tussen verschillende veiligheidsniveau's en restrisico's bepaald) en op basis van het definitief ontwerp (want hier wordt in belangrijke mate het procesverloop van verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening bepaald).



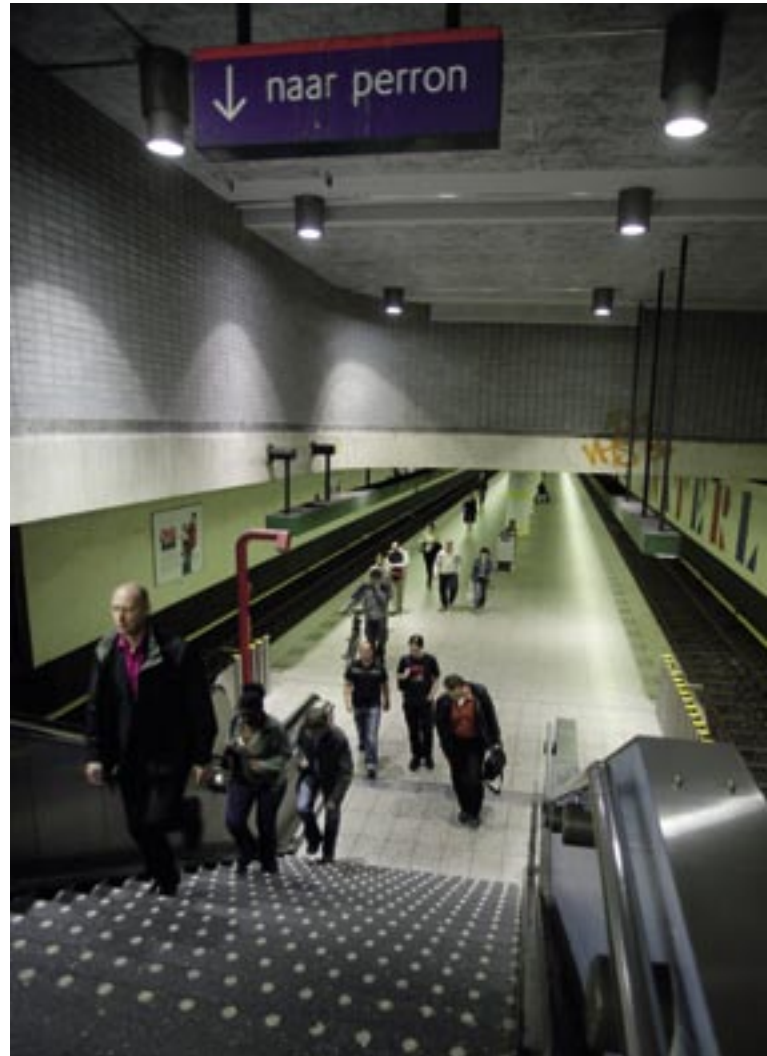
Figuur 2: Plaats van risicoanalyses in het proces

In welke documenten worden de risico-analyses meegenomen?

De risicoanalyses worden meegenomen in het tunnelveiligheidsplan (in de fase voorafgaand aan het planologisch besluit) resp. in het bouwplan (in de fase voorafgaand aan de verlening van de bouwvergunning).¹² Beide plannen worden voorgelegd aan de Commissie voor de Tunnelveiligheid, die advies uitbrengt aan de tunnelbeheerder. De tunnelbeheerder moet bij zijn aanvraag voor het planologisch besluit resp. voor de bouwvergunning aangeven wat hij met het advies heeft gedaan. Het bevoegd gezag moet het advies van de commissie expliciet in zijn besluitvorming betrekken. In tabel 4 is het bovenstaande kort samengevat.

Hoe moeten in fase 1 de kaders voor veiligheid worden ingevuld?

In de fase voorafgaand aan het Tracébesluit (of het planologische besluit) worden de uitgangspunten van het project bepaald op basis van het voorgenomen gebruik van de infrastructurele verbinding en de specifieke kenmerken van de omgeving. De 'omgeving' wordt hier afgebakend als het gebied dat significant beïnvloed wordt door het besluit om al dan niet een tunnel aan te leggen of een bepaald tracé voor de tunnel te kiezen. De randvoorwaarden en uitgangspunten voor veiligheid worden vastgelegd in het tunnelveiligheidsplan en het programma van eisen (PvE). In deze fase is het doel om verschillende uitvoeringsvarianten voor de infrastructurele verbinding met elkaar te vergelijken op het gebied van onder meer (interne en externe) veiligheid. Tevens wordt het globaal voorontwerp beoordeeld op veiligheid. Bij het beschrijven van de nulsituatie wordt zowel aandacht besteed aan de bestaande situatie, als aan de



Metro Amsterdam

Omschrijving fase conform indeling Beleidsnota Tunnelveiligheid, MIT en Wet		Beoogde veiligheidsdoel	Vast te leggen in ¹³
Fase 1: voorbereiding ontwerpfase	MIT: Planstudiefase Wet: Voorafgaand aan Tracé- besluit ¹²	Vastleggen kaders: gebruik, keuze tussen uitvoeringsvarianten (keuze op hoofdlijnen)	Tunnelveiligheidsplan (incl. voorontwerp): SceA en QRA
Fase 2: voorbereiding bouwfase	MIT: t/m Ontwerpfase Wet: Voorafgaand aan verlenen bouwvergunning	Aantonen dat ontwerp van gekozen uitvoeringsvariant veilig is (toetsen aan criteria QRA en SceA)	Bouwplan (incl. definitief ontwerp): QRA en SceA
Fase 3: voorbereiding gebruiksfase	MIT: t/m Bouwfase Wet: Voorafgaand aan (vergun- ning tot) openstelling	Veilige verkeersafwikkeling en veilig gebruik (ook voor gebruik in bouwfase)	Veiligheidsbeheerplan: Uitwerking Sce's uit fase 2

Tabel 4: Uitvoeringsmomenten voor QRA en SceA

Welke ongevaltypen moeten in welke fase in ieder geval worden uitgewerkt met ten minste één scenario?

Scenario	Wegtunnel	Spoortunnel	Metro- en tramtunnel ¹⁴
Te onderzoeken in fase 1 en 2: voorbereiding ontwerpfase en voorbereiding bouwfase		Botsing/aanrijding	Botsing/aanrijding
	Grote brand	Grote brand	Grote brand
	Explosie	Explosie ¹⁵	
	Vrijkomen giftige stoffen	Vrijkomen giftige stoffen ¹⁵	
	Overstroming	Overstroming	Overstroming
Te onderzoeken in fase 2: voorbereiding bouwfase	Onderhoud	Onderhoud	Onderhoud
	Pech	Evacuatie na langdurige stilstand	Evacuatie na langdurige stilstand
	Botsing met letsel		
		Ontsporing	Ontsporing
	Kleine brand	Kleine brand	Kleine brand
	Spontane evacuatie ¹⁶	Spontane evacuatie ¹⁶	Spontane evacuatie ¹⁶

Tabel 5: Uit te werken scenario's voor weg-, spoor-, tram- en metrotunnels

ontwikkelingen die worden verwacht indien niet wordt ingegrepen. In de regel is hierin de aanleiding voor het project te vinden, bijvoorbeeld in de vorm van een (voorzien) verkeersprobleem, een ruimtelijke ordeningsprobleem, of een milieuprobleem. Eventuele inpassingproblemen kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op de geografische omgeving of de aansluiting op de lokale infrastructuur. In de risicoanalyse ligt in deze fase daarom de nadruk op de processen van verkeersafwikkeling en hulpverlening.

Met name zijn de verwachtingen aan de orde ten aanzien van: filevorming, beschikbaarheid van omleidingroutes, menging van transportstromen, toelaatbaarheid van vervoer met gevaarlijke stoffen, bereikbaarheid en toegankelijkheid voor de hulpverlening. De bouwmethode bepaalt deels de technische en economische mogelijkheden van voorzieningen voor zelfredding en hulpverlening. Het gaat daarbij onder meer over de keuze tussen een geboorde of afgezonken tunnel en de resulterende diepteligging.

Bij de afweging van uitvoeringsvarianten is alleen globale informatie beschikbaar en is het belangrijk te zien wat de belangrijkste risicoverschillen zijn. De SceA wordt daarom uitgevoerd voor een beperkt aantal ongevaltypen, zoals grote brand, botsing/aanrijding, explosie. Zie tabel 5.

Op basis van de SceA en de QRA bij het voorontwerp (de voorkeursvarianten) worden keuzen gemaakt omtrent het tracé, de tunnelconfiguratie (aantal banen/sporen, lengte, doorsnede), aanrijdroutes hulpverlening, vluchtstroken, kanteldijken en dergelijke.

Hoe wordt het ontwerp in fase 2 beoordeeld?

De gekozen voorkeursvariant wordt uitgewerkt in een definitief ontwerp.

De beschrijvingen (van het tunnelsysteem en van de risico's) zijn nadrukkelijk groeidocumenten die gaandeweg worden aangevuld en aangescherpt. De QRA wordt in deze fase alléén opnieuw uitgevoerd indien

sprake is van afwijkingen van een vorig plan of ontwerp, die invloed hebben op de invoerwaarden voor de QRA. Doel hiervan is aan te tonen dat het gewijzigde tunnelsysteem (nog) voldoet aan de risiconormen.

De SceA heeft in deze fase betrekking op alle in tabel 5 genoemde scenario's. Het accent van de analyses ligt veelal op de zelfredding en de detaillering van de hulpverlening. Op basis van de analyses worden keuzen gemaakt met betrekking tot de maatvoering en het voorzieningen-niveau van de tunnel.

De analyses bieden verder handvatten voor de ontwikkeling van de veiligheidsorganisatie en voor de afstemming met de openbare hulpverleningsdiensten.

In deze fase moet aangetoond worden dat het ontwerp voldoet aan de wettelijke veiligheidseisen van interne en externe veiligheid en aan de in deze Handreiking voor de QRA en de SceA gestelde veiligheidscriteria. Voor de scenario's en de externe veiligheid is de te beschouwen 'omgeving' beperkt tot de invloedssfeer van om- en bovenliggende gebruiksbestemmingen op de tunnel en omgekeerd.

Hoe wordt veiligheid in fase 3 geregeld?

Gedurende de vaak langdurige realisatiefase van groot-schalige tunnelprojecten, veelal gepaard gaande met een groot aantal overgangsfaseringen zal de veiligheid van de gebruikers van het oorspronkelijke systeem eveneens geborgd dienen te blijven. Dit kan randvoorwaarden stellen aan gebruik, organisatie en procedures en tijdelijke veiligheidsmaatregelen of voorzieningen noodzakelijk maken.

In de SceA bij het Bouwplan moet hieraan expliciet aandacht worden gegeven. Er kunnen een aantal scenario's worden uitgewerkt, die bijvoorbeeld betrekking hebben op de wijze van de verkeers- reizigersafwikkeling tijdens de bouw, de interactie tussen verkeers- en bouwactiviteiten. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om alle relevante scenario's uit de ontwerpfasen bij een alternatieve verkeersafwikkeling of een alternatieve verkeersroute. Voorafgaand aan de gebruiksfase wordt het Veiligheids-beheersplan opgesteld binnen de kaders van het Tunnelveiligheidsplan en Bouwplan. De eerder uitgevoerde scenarioanalyses kunnen worden gebruikt bij

Tunneltraverse Leiden



de invulling van de Veiligheidsbeheersplan, bijvoorbeeld bij de aanpak van het verkeersmanagement en de afhandeling van incidenten (calamiteitenbestrijdingsplan) en bij de keuze van scenario's voor het oefenplan. Tabel 5 bevat de standaard ongevaltypen, die met tenminste één scenario moeten worden uitgewerkt bij de voorbereiding van het ontwerp en bij de voorbereiding van de bouw. De ongevaltypen voor wegtunnels zullen overeenkomstig Tabel 5 worden opgenomen in de eerstvolgende versie van deel 1 van de Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in Tunnels. De ongevaltypen voor spoor-, tram- en metrotunnels zijn overgenomen uit deel 2 van de Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in Tunnels. In beide delen van de Leidraad SceA ongevallen in tunnels is een nadere uitwerking van de scenario's te vinden, bijvoorbeeld "vrachtwagen met brandbare lading". Het team dat de scenarioanalyse uitvoert, geeft aan welke scenario's binnen het ongevaltype als karakteristiek zijn uitgekozen.

Voetnoten

- 11 Met de term onafhankelijk wordt bedoeld dat de risicoanalyses niet uitgevoerd kunnen worden door hen die taken, verplichtingen of bevoegdheden hebben of zullen hebben met betrekking tot de tunnel, zoals de tunnelbeheerder, leden van de Commissie voor de tunnelveiligheid of leden van het bevoegd college van burgemeester en wethouders.
- 12 Het eerste advies van de Commissie voor de Tunnelveiligheid over het Tunnelveiligheidsplan wordt ook aan de Commissie MER voorgelegd in het kader van de Tracé/MER procedure.
- 13 Plannen, zoals gedefinieerd in de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels.
- 14 De scenario's voor de Noord/Zuid lijn zijn hierbij als uitgangspunt genomen
- 15 In geval van tunnel voor personen- en goederenvervoer
- 16 Bijvoorbeeld na grote regenval, incident bij evenement

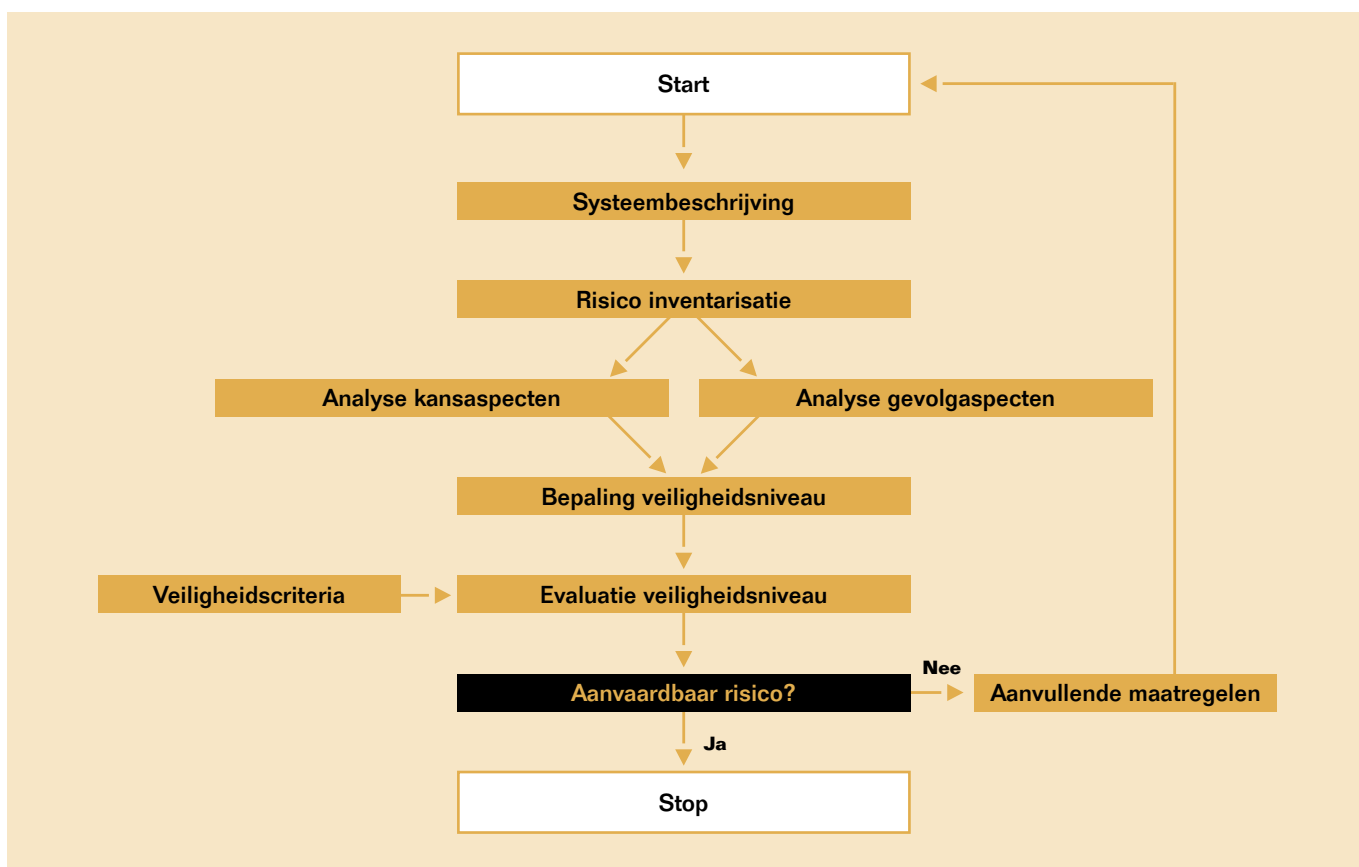
Beneluxtunnel



5 Toepassingen in verschillende procesfasen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de processtappen die in de risicoanalyses in het algemeen moeten worden gevolgd, dus zowel voor de QRA als de SceA. De beschrijving van deze processtappen vindt plaats aan de hand van figuur 2, dat vrijwel een kopie

is van de procesbeschrijving door PIARC (2006) en van het Yellow book (2000). Dit hoofdstuk is niet in de vorm van vraag en antwoord opgebouwd; elke vierhoek heeft een eigen paragraaf met toelichting.



Figuur 3: Stroomschema voor risicoanalyses

5.1 Systeembeschrijving

Het tunnelsysteem bestaat uit de tunnelconstructie, de in- en externe infrastructuur, de technische voorzieningen, het materieel, de omgeving nabij de tunnel en de bijbehorende organisatie (met name de beheerder, exploitanten en openbare hulpverleningsdiensten) en het gebruik van de tunnel. Vaak wordt het proces gestart met een ontwerp waarin alle gebruikelijke maatregelen zijn genomen. Eventueel worden aanpassingen gedaan afhankelijk van lokale omstandigheden, zoals:

- de verkeerssituatie in de directe omgeving: In hoeverre en hoe vindt menging van transportstromen plaats, bijvoorbeeld in verband met een kruispunt of spoorwegovergang, interactie van lokaal en interlokaal

transport; combinatie van verkeer en vervoer of van heavy and light rail;

- (bijzondere) bestemmingen in de omgeving: Wat is de aard van het bestemmingsverkeer in verband met bijvoorbeeld een attractiepark (bijv. Arenatreinen), ziekenhuis of bedrijvigheid met gevaarlijke stoffen.
- de beschikbare ruimte voor een tunnel: Kan de tunnel worden gegraven/afgezonken of moet deze worden geboord; dit heeft onder andere consequenties voor de diepte van de tunnel en de wijze van ontvluchten.

5.2 Risico inventarisatie

Risico inventarisatie is door PIARC gedefinieerd als een proces om gevaren te onderkennen en de basale veiligheidskenmerken daarvan vast te stellen. Het proces bestaat uit twee stappen. Eerst worden de mogelijke gebeurtenissen geïnventariseerd. Vervolgens wordt nagegaan hoe deze zich kunnen ontwikkelen. De risico inventarisatie is de gemeenschappelijke basis voor zowel QRA als SceA. De standaardset van ongevaltypen is in hoofdstuk 4 behandeld voor de verschillende projectfasen. Per ongevaltype worden de mogelijke ontwikkelingen beschreven in één of enkele specifieke sce-

nario's. Voor wegtunnels is een standaardset van ongevaltypen, ongevalontwikkelingen (brontermen) en kansen van optreden gegeven in het RWS-QRA model (2006). Voor rail zijn projectspecifieke overzichten beschikbaar. Voor ondergrondse stations in metrotunnels zijn karakteristieke ongevalontwikkelingen bij brand onderzocht (Werkgroep brandonderzoek metrostations, 2006).

De systeembeschrijving wordt vergeleken met de risico inventarisatie om na te gaan of het ingezette maatregelenpakket de onderzochte gevaren en risico's afdekt.



Spoortunnel Rijswijk

5.3 Analyse van kans en gevolgaspecten

Voor de scenarioanalyse wordt een beperkt aantal scenario's voor nadere bestudering geselecteerd (zie ook tabel 5). Van elk van deze scenario's worden de vervolggebeurtenissen en de gevolgen beschreven.

Parallel daaraan worden in de QRA, na kwantificering van de kansen van optreden, ook de gevolgen op een kwantitatieve wijze uitgewerkt. De QRA is zodoende een integrale kwantitatieve beschouwing van initiële kansen en gevolgen voor alle geïdentificeerde scenario's.

5.4 Bepaling veiligheidsniveau

Het veiligheidsniveau wordt bepaald op grond van de risicoanalyses. De uitkomsten van de QRA worden geformuleerd in termen van een risiconiveau op basis van persoonlijk risico en groepsrisico. De uitkomsten van de SceA worden geformuleerd in termen van mogelijkheden voor inzet van hulpverlening, het optreden van sterfte, gewonden en economische schade bij het gekozen tunnelsysteem.

De risicoanalyses worden aangevuld met een gevoeligheidsanalyse om te bepalen in hoeverre de uitkomsten afhankelijk zijn van de gehanteerde uitgangspunten. Hier wordt bijvoorbeeld gedoeld op de invloed van een grotere dan voorziene gebruikintensiteit of het alsnog toelaten van het vervoer van bepaalde typen gevaarlijke stoffen. Een gevoeligheidsanalyse kan in de planstudiefase een rol spelen bij keuzes omtrent toekomstvastheid. In de loop van het project, maar vooral ook tijdens de gebruiksfase kan zich immers een nieuwe situatie voordoen ten aanzien van het (toekomstig) gebruik van de tunnel, vergeleken met de invoerwaarden van de oorspronkelijke risicoanalyses.

5.5 Evaluatie veiligheidsniveau

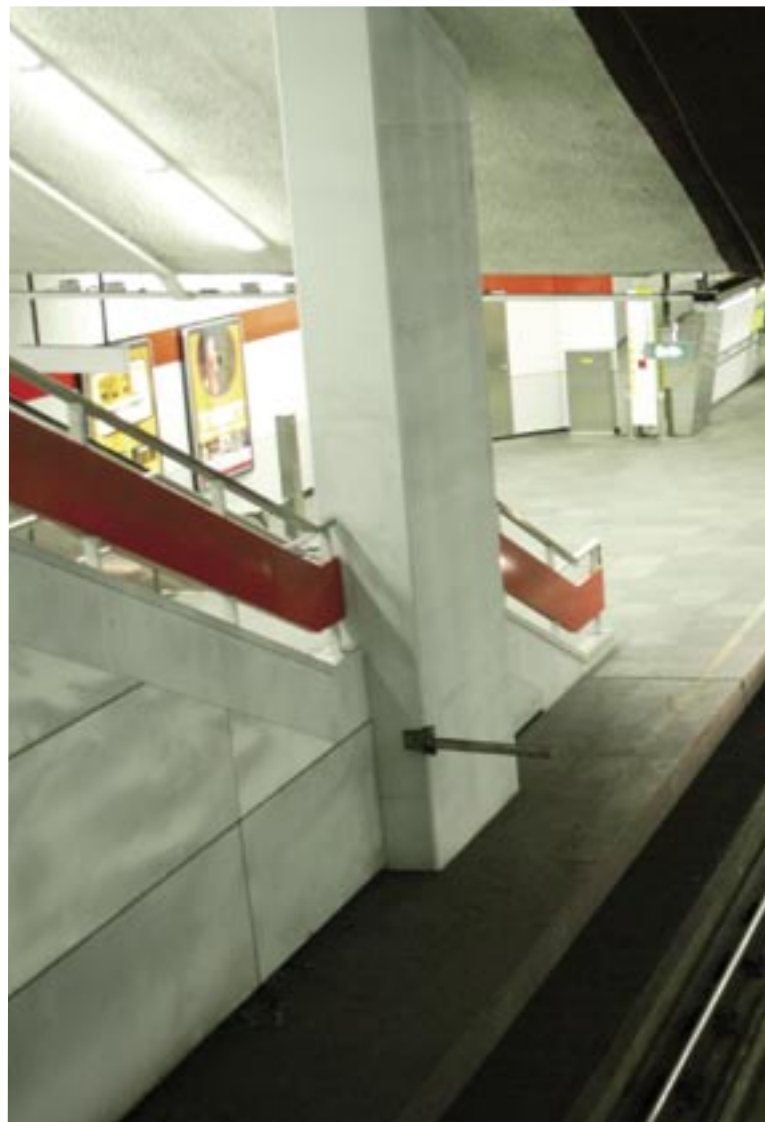
De risiconiveaus worden vergeleken met de veiligheidscriteria (zie hoofdstuk 3).

De resultaten van de QRA worden vergeleken met de risiconormen voor het persoonlijk en groepsrisico. Door de aanleg van de tunnel worden er ook risico's weggenomen of verminderd, met name op het gebied van externe veiligheid. Op grond van toetsing aan criteria van interne en externe veiligheid wordt een oordeel gevormd hoe de balans uitvalt.

De resultaten van de SceA worden vergeleken met de doelstellingen uit tabel 3. In onderlinge samenhang karakteriseren de resultaten het risicoprofiel van het tunnelsysteem: waar zitten de knelpunten, wat zijn (de grenzen van) het reactievermogen op incidenten; in hoeverre bieden de maatregelen soelaas, hoe robuust zijn de oplossingen.

5.6 Beoordeling aanvaardbaarheid

Als aan alle veiligheidscriteria wordt voldaan, is de tunnel volgens de wet voldoende veilig. Vervolgens worden de restrisico's benoemd. Met name de capaciteitsgrenzen van het reactievermogen van de hulpverlening behoeven daarbij een expliciete aanvaarding en communicatie met de bevolking en de gebruikers. Dan gaat het bijvoorbeeld om de vraag wanneer geen of beperkte inzet mogelijk is. De tunnelbeheerder en het bevoegd gezag nemen expliciet kennis van de restrisico's. De tunnelbeheerder blijft verantwoordelijk voor de restrisico's. Hij legt in het Veiligheidsdossier vast welke maatregelen op grond van ALARA (of ALARP) overwogen respectievelijk getroffen zijn. Het bevoegd gezag is gehouden om de restrisico's expliciet te accepteren.



5.7 Aanvullende maatregelen (PIARC: Risicobehandeling)

Indien uit de beoordeling van de aanvaardbaarheid is gebleken, dat het tunnelsysteem niet voldoet aan de veiligheidscriteria, moeten door de tunnelbeheerder aanvullende maatregelen worden genomen zodanig, dat hier wel aan wordt voldaan. Maatregelen kunnen gericht zijn op het vermijden, optimaliseren, afweten en beperken van risico. Er worden diverse alternatieve maatregelenpakketten, elk met eigen voor- en nadelen, vergeleken op kosteneffectiviteit. Grote organisaties die meerdere tunnels in planning en beheer hebben, zoals RWS en ProRail, hebben enige ervaring en kennis opgebouwd over de kosteneffectiviteit van mogelijke aanvullende maatregelen.

Metro Rotterdam



6 Literatuur

- 1996/48/EG** Richtlijn inzake de interoperabiliteit van het Trans Europese Hogesnelheidsspoorwegsysteem.
- 2001/16/EG** Richtlijn inzake de interoperabiliteit van het Trans Europese conventionele spoorwegsysteem.
- 2004/49/EG** Spoorwegveiligheidsrichtlijn
- 2004/54/EG** Europese richtlijn inzake minimum veiligheidseisen voor tunnels in het Trans-Europese wegennet (TEN).
- AVIV 1986** De onzekerheid van effectberekeningen in risicostudies. Rapport in opdracht van VROM.
- BZK 2001** Leidraad Operationele prestaties.
- CCPS 2001** Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment
- COB 2004** Leidraad scenarioanalyse ongevallen in tunnels, deel 1: wegtunnels.
- COB 2006** Leidraad scenarioanalyse ongevallen in tunnels, deel 2: spoor, tram en metrotunnels en overkappingen.
- Geest, van de 2005** Reader toelatings- en veiligheidseisen (licht) treinmaterieel op hoofdspoorwegen. Prorail, project 20450909.
- RWS 2006** Het RWS-QRA-model voor wegtunnels. Bouwdienst, Steunpunt Tunnelveiligheid.
- International Electrotechnical Commission 1998** Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems
- Justitie 2004** Nota Bruikbare rechtsorde. T 2003-2004, 292792, #9.
- PIARC 2006** Risk analysis for road tunnels. World Road Association, technical committee on road tunnel operation, working group on management of tunnel safety, Paris.
- Project Tunnelveiligheid 2006** Veiligheidseisen voor treintunnels; matchen van Europese TSI en nationale praktijk. Consultatieversie, mei 2006.
- Prorail/Vectra 2005** Richtlijn Safety Cases; management richtlijn voor het gebruik van Safety Cases in een spoorwegomgeving. Project 076-3205-R-01Ned.
- Railtrack 2000** The Yellow book; Engineering safety management Guidance, Issue 3, Vol. 2, London.
- Soons 2006** Kwantitatieve risicoanalyse voor de veiligheid in metrosystemen
- VROM 1996** Nota risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen
- VROM 2004** Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen, TK 2003-2004, 24611 #5.
- VROM 2006** Bijlage bij Bouwbesluit 2003, hoofdstuk 5 (herzien), juli 2006.
- V&W/VROM/BZK 2003** Beleidsnota tunnelveiligheid deel A. TK 2003-2004, 29296
- V&W/VROM/BZK 2006** Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels (WARVW). Eerste Kamer der Staten Generaal 2005-2006, 20209 A
- V&W/VROM/BZK 2006** Besluit houdende regels inzake de veiligheid van wegtunnels (BARVW)
- V&W/VROM/BZK 2005** Beleidsnota tunnelveiligheid deel B. TK 2004-2005, 29296 #3.
- V&W 2003** Spoorwegwet. Staatsblad 265.
- V&W 2004** Nota veiligheid van het railvervoer. TK 2004-2005, 28993, #4.
- Waterschoot 2006** Geactualiseerde samenvatting van de proceseisen voor tunnelveiligheid. Brief van 1 februari 2006, Rijkswaterstaat, Bouwdienst, Steunpunt Tunnelveiligheid.
- Werkgroep Brandonderzoek Metrostations 2006** Aanbevelingen voor de brandveiligheid in ondergrondse stations

Aanbevolen websites

Een groot aantal van bovengenoemde documenten treft u ook aan op de onderstaande websites van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

www.tunnelveiligheid.nl

www.tunnelsafety.nl



Sophiaspoortunnel



Begrippenlijst

Kernbegrippen, met definities in de context van deze handreiking, zijn:

Bouwplan Term die in de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels wordt gebruikt voor de benodigde veiligheidsinformatie die ten grondslag ligt bij de aanvraag voor de bouwvergunning. Had ook het herziene tunnelveiligheidsplan genoemd kunnen worden.

Karakteristiek scenario* Het scenario binnen het ongevaltype dat wordt beschouwd als realistisch; zijn er meerdere realistische scenario's, dan de meest relevante onderzoeken (bijv. personenautobrand, vrachtwagenbrand en tankautobrand) voor zover ze onderscheidend zijn voor de inzet van mensen, middelen en/of methoden.

Ongevalstypen* Een groep van incidenten met vergelijkbare kenmerken; voorbeelden van ongevalstypen zijn pech, botsing, ontsporing, brand, explosie.

Restrisico Het risico dat overblijft na risicobehandeling. De som van voorziene risico's waarop het systeem bewust niet is ontworpen.

Risico De verwachte gevolgen van een bepaalde activiteit voor mensen, milieu en economie. Risico wordt vaak uitgedrukt in een combinatie van (kans op) gebeurtenis en mogelijke gevolgen.

Risicoanalyse Het inzichtelijk maken van de risico's voor individuele personen, bevolkingsgroepen, eigendommen en de omgeving.

Scenario Een mogelijke reeks gebeurtenissen volgend op een bepaalde initiële gebeurtenis en gerelateerd aan een speciaal gedrag van (onderdelen van) het tunnelsysteem (PIARC 2006).

Systeem Een samenhangend geheel van infrastructuur, gebruik en organisatie dat in staat is een bepaald doel te bereiken door interactie van de samenstellende delen.

Tunnelsysteem Het geheel van tunnelconstructie en installaties, tunnelbeheer en gebruik (voertuigen, inzittenden en lading), inclusief de interactie met de relevante omgeving. Een ondergronds station maakt ook deel uit van het tunnelsysteem.

Veiligheid Het vermogen van een systeem om gevaren te weerstaan zonder onevenredige (inadequate) gevolgen (PIARC 2006).

Veiligheidsbeambte Beambte die voor de tunnelbeheerder alle veiligheidsmaatregelen coördineert (preventie, preparatie, evaluatie).

Veiligheidscriteria* Criteria die men toepast om te bepalen of wordt voldaan aan de eisen voor het veiligheidsniveau.

Veiligheidseisen Een verzameling van proceseisen, bouw- en gebruiksvorschriften waaraan onderdelen van het tunnelsysteem in ieder geval moet voldoen.

Veiligheidsniveau Resultaat van de veiligheidsmaatregelen voor het tunnelsysteem als geheel, zoals bepaald in de QRA en scenarioanalyse.

Zelfredzame personen Personen die tijdens het incident, al dan niet met hulp van omstanders, in staat zijn om naar een veilige ruimte te vluchten.

* (Nieuw gedefinieerde) begrippen om beter onderscheid in woordgebruik mogelijk te maken.

Colofon

Tunnelfacts is een speciale uitgave van de Tunnelflits, de nieuwsbrief van het Projectbureau Tunnelveiligheid. Het projectbureau is per 1 september 2006 opgeheven. De departementen van V&W, VROM en BZK nemen lopende activiteiten over.

Voor vragen en actualiteiten kunt u terecht bij:

T (070) 351 15 04 (tot eind december)

W www.tunnelveiligheid.nl

W www.commissietunnelveiligheid.nl

Redactie en productie

Stupers Consultancy (Annemijn de van der Schueren), Den Haag

Ontwerp

2D3D, Den Haag

Fotografie

Fototoko (Mario Elshout), Rotterdam

De foto op het omslag is van de Sophiaspoortunnel.

Druk

Van Deventer, 's-Gravenzande