

PAO-lezing VOV 10 (2013): Scenarioanalyse weg- en spoortunnels

Tineke Wiersma, Ronald Mante, Steunpunt Tunnelveiligheid, Rijkswaterstaat

d.d. 31 maart 2013

Samenvatting

Recent is de wetgeving ten aanzien van de veiligheid van wegtunnels herzien. Het wetsvoorstel is inmiddels aangenomen door de Tweede Kamer en ligt nu nog bij de Eerste Kamer voor besluitvorming. Naar verwachting zal de nieuwe wet per 1 juli 2013 of 1 januari 2014 van kracht gaan. Met deze nieuwe wetgeving verandert ook de rol van de scenarioanalyse in het besluitvormingsproces en de voorbereiding op calamiteiten. In deze paper wordt nader ingegaan op het doel, de toegevoegde waarde en de aanpak van de scenarioanalyse, uitgaande van de uitwerking in de nieuwe wetgeving. De belangrijkste wijziging is dat de scenarioanalyse geen verplicht onderdeel meer is tijdens de planfase en de ontwerpfase en hierbij niet meer zal worden gebruikt als toetsingsinstrument om het veiligheidsniveau te beoordelen. Wel wordt de scenarioanalyse een verplicht onderdeel in de voorbereiding op de openstelling en zal als bijlage opgenomen worden in het Veiligheidsbeheerplan.

Voor de uitvoering en de te hanteren methodiek zal naar verwachting in de nieuwe regelgeving vooralsnog nog steeds worden verwezen naar de Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in tunnels, deel 1 Wegtunnels, die in 2004 door het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) is uitgebracht. Deze leidraad en ook het in 2006 uitgegeven deel 2 met betrekking tot spoor, tram, metro tunnels en overkappingen, worden in deze paper behandeld.

1. Inleiding: Wat is een scenarioanalyse

Een scenarioanalyse (SceA) is een deterministische veiligheidsbeschouwing, gericht op het verloop van de processen, die optreden naar aanleiding van een incident of ongeval, namelijk: verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening. Kernvraag daarbij is: ALS een bepaald ongeval plaatsvindt, wat zijn dan de gevolgen en hoe kunnen deze zo goed mogelijk worden beheerst en beperkt.

In een scenarioanalyse wordt voor een beperkt aantal karakteristieke scenario's de processen met betrekking tot verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening uitgewerkt en wordt beschreven hoe deze processen naar verwachting in de praktijk zullen lopen. Daarbij worden ook de tijdslijnen van de ongevalontwikkeling en het ingrijpen van tunneloperator, de toepassing en werking van de veiligheidsvoorzieningen en de inzet van de hulpverleningsdiensten beschouwd. Hierbij wordt dan rekening gehouden met de specifieke lokale en regionale aspecten binnen de hulpverleningsregio, de ligging van de tunnel in het wegennetwerk en alle in de tunnel aangebrachte (veiligheids)voorzieningen.

Met een scenarioanalyse kan een gedetailleerd inzicht worden verkregen in de wijze waarop ongevalscenario's worden afgewikkeld. De scenarioanalyse kan daarmee de benodigde informatie geven voor de organisatorische procedures die bij een ongeval moeten worden gevolgd en afspraken die er tussen de tunnelbeheerder en de hulpverleningsdiensten moeten worden gemaakt. Deze informatie kan worden verwerkt in het (wettelijk verplichte) calamiteitenbestrijdingsplan, in het opleidings- en trainingprogramma van de hulpverleningsdiensten en de eveneens wettelijk verplichte oefeningen. De analyse van de tijdslijnen kan tevens van belang zijn om te toetsen of de wettelijke aanrijdtijden van de hulpverleningsdiensten wel kunnen worden gehaald of dat hiervoor specifieke afspraken moeten worden gemaakt.

2. (Wettelijk) kader voor de scenarioanalyse

2.1 Wanneer moet je een scenarioanalyse uitvoeren?

Recent is de wetgeving ten aanzien van tunnelveiligheid voor wegtunnels gewijzigd. Het wijzigingsvoorstel ligt ter besluitvorming bij de Eerste Kamer. De verwachting is dat de nieuwe

wetgeving per juli 2013 of januari 2014 in werking treedt. In deze paper wordt geanticipeerd op deze nieuwe wetgeving.

De scenarioanalyse wordt in de WARVV (2013) verplicht gesteld in artikel 7, lid 1:

Artikel 7 (gewijzigd artikel WARVV 2013)

1. Voor de openstelling van een tunnel stelt de tunnelbeheerder na overleg met de veiligheidsbeambte en de burgemeester van de gemeente of van elk van de gemeenten waarin de tunnel is gelegen een veiligheidsbeheerplan op. Het plan omvat ten minste de organisatie van het tunnelbeheer, de afstemming van dit beheer met de hulpverleningsdiensten, de verkeersbegeleiding, de instandhoudingsactiviteiten en de bestrijding van rampen of andere gebeurtenissen in of bij een tunnel die een mensenleven, het milieu of de tunnel in gevaar kunnen brengen. **Het plan omvat tevens een analyse van scenario's van ongevallen. Bij ministeriële regeling worden nadere regels gesteld met betrekking tot de inhoud van het veiligheidsbeheerplan en wordt de methode voor het uitvoeren van de analyse van scenario's van ongevallen vastgesteld. De in de derde volzin bedoelde analyse kan, met redenen omkleed, achterwege blijven.**

Uit dit artikel blijkt dus dat in de toekomst alleen een scenarioanalyse wordt vereist voor de openstelling (als onderdeel van het veiligheidsbeheerplan). In de WARVV 2006 werd een scenarioanalyse verplicht voorafgaand aan de planologische beslissing (als onderdeel van het Tunnelveiligheidsplan) en voorafgaande aan de bouwbeslissing c.q. de bouwvergunning (als onderdeel van het Bouwplan). In die fases werd de scenarioanalyse ook mede gebruikt om varianten te vergelijken en een oordeel te geven over het veiligheidsniveau van het ontwerp. In onderstaande tabel zijn de mogelijke doelen van de scenarioanalyse afhankelijk van de projectfase weergegeven.

Projectfase	Doelen scenarioanalyse	Relatie met wet
Planstudie, voorafgaand aan planologische beslissing (bijvoorbeeld tracébesluit)	<ol style="list-style-type: none"> a) Afwegen verschillende varianten (ook tunnelvarianten afwegen tegen oplossingen zonder tunnel, inclusief nulvariant) b) Inzicht krijgen in de grenzen (per variant) van het tunnelsysteem, door het analyseren van een aantal onderscheidende scenario's: welke veiligheidsrisico's zijn afgedekt op basis van basisvoorzieningen c) In globale zin expliciet maken hoe de balans is gekozen tussen preventieve, correctieve en preparatieve maatregelen d) Maken eerste overwegingen betreffende ruimtebeslag en veiligheidsmaatregelen 	Niet meer wettelijk verplicht in WARVV 2013, was wel wettelijk verplicht in WARVV 2006
Ontwerp, voorafgaand aan bouwvergunning	<ol style="list-style-type: none"> a) Aantonen dat de gekozen technische en organisatorische voorzieningen (die samen het tunnelsysteem vormen) toereikend zijn voor het realiseren van de veiligheidsdoelstellingen b) Expliciet maken hoe de balans is gekozen tussen preventieve, correctieve en preparatieve maatregelen c) Zonodig vaststellen van aanvullende maatregelen (of andere wijzigingen aan het ontwerp van het tunnelsysteem om aan de doelstellingen te voldoen) 	
Fase, voorafgaand aan de ingebruikname (vergunning tot openstelling)	<ol style="list-style-type: none"> a) Afstemmen van de calamiteitenbestrijdingsprocessen van de betrokken partijen onderling (input rampen- en calamiteitenbestrijdingsplannen) b) Input genereren voor het Veiligheidsbeheerplan c) Gebruiken als input voor oefeningen d) Zonodig vaststellen van aanvullende organisatorische maatregelen 	Wettelijk verplicht in WARVV 2013, was niet verplicht in WARVV 2006

Tabel 1.: Doelen scenarioanalyse per projectfase (ontleend aan [2])

Door de wetwijziging is er bewust voor gekozen om de doelen die benoemd zijn voor de planstudiefase en de ontwerp fase niet meer met de scenarioanalyse te toetsen en de scenarioanalyse niet meer als toets-instrument in te zetten. De doelen a, b, en c tijdens de planstudie en ontwerp fase worden nog wel met de kwantitatieve risicoanalyse getoetst, die in alle fasen verplicht is gesteld. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op de relatie met de kwantitatieve risicoanalyse.

Een ander, in dit kader relevant artikel in de WARVV (2013) is artikel 6c:

Artikel 6c 1. De tunnelbeheerder stelt, na overleg met de veiligheidsbeambte, een tunnelveiligheidsplan op waarin alle veiligheidsaspecten die een rol spelen bij de keuze van de locatie, het ontwerp en het beoogde gebruik, worden afgewogen. De risicoanalyse bedoeld in artikel 6, derde lid, maakt daarvan onderdeel uit.

Toelichting: de risicoanalyse bedoeld in artikel 6 refereert naar de kwantitatieve risicoanalyse (QRA-tunnels). Deze methodiek is toegelicht in VOV 9 door Jelle Hoeksma.

De kwantitatieve risicoanalyse geeft echter geen inzicht in de veiligheidsaspecten in de keuze van de locatie (doel d in de planstudiefase uit bovenstaande tabel). Voor dat deel van de onderbouwing in het tunnelveiligheidsplan is een Bereikbaarheidsanalyse van de tunnel bij incidenten en calamiteiten van belang. Dit hoeft geen volledige scenarioanalyse in de zin van de Leidraad te zijn (dit wordt door de wetgeving ook niet verplicht), maar in dit stadium is afstemming met de hulpverleningsdiensten al wel noodzakelijk voor een dergelijke Bereikbaarheidsanalyse omdat de ruimtelijke inpassing in dit stadium al wordt vastgelegd.

Ten aanzien van de wettelijke kader voor de scenarioanalyse voor rail-tunnels wordt verwezen naar VOV 03 Normen, richtlijnen en uitgangspunten, Regelgeving spoor/metro tunnels door Rob Houben en VOV 04 Integrale veiligheid voor spoortunnels door Wim de Visser.

2.2 Aan welke eisen moet een scenarioanalyse voldoen?

In de RARVW 2006 werd voor de te hanteren methode voor de scenarioanalyse verwezen naar de Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in tunnels, deel 1 Wegtunnels (COB, 2004). Aangezien er nog geen aangepaste Leidraad Scenarioanalyse is opgesteld is de verwachting dat voorsnog nog naar deze Leidraad zal worden verwezen.

De Leidraad uit 2004 is echter specifiek opgesteld voor de wetgeving uit 2006, citaat p11 leidraad: *“Deze leidraad is specifiek gericht op scenarioanalyses die worden uitgevoerd ten tijde van het maken van het definitief ontwerp (tijdens de MIT-realisatiefase).”* Tevens wordt in de leidraad wel aangegeven dat de scenarioanalyse ook in andere fases kunnen worden uitgevoerd. De te volgen stappen in een scenarioanalyse zullen in grote lijnen ook het zelfde zijn. In deze paper wordt daarom nog wel uitgegaan van de bestaande leidraad, maar zal bij de verschillende stappen (daar waar dit relevant is) aangeven welke nadere invulling het meest voor de hand ligt bij een scenarioanalyse voor de openstelling. Dit wordt in paragraaf 4 verder uitgewerkt.

3. Toegevoegde waarde van de scenarioanalyse ten opzichte van de QRA

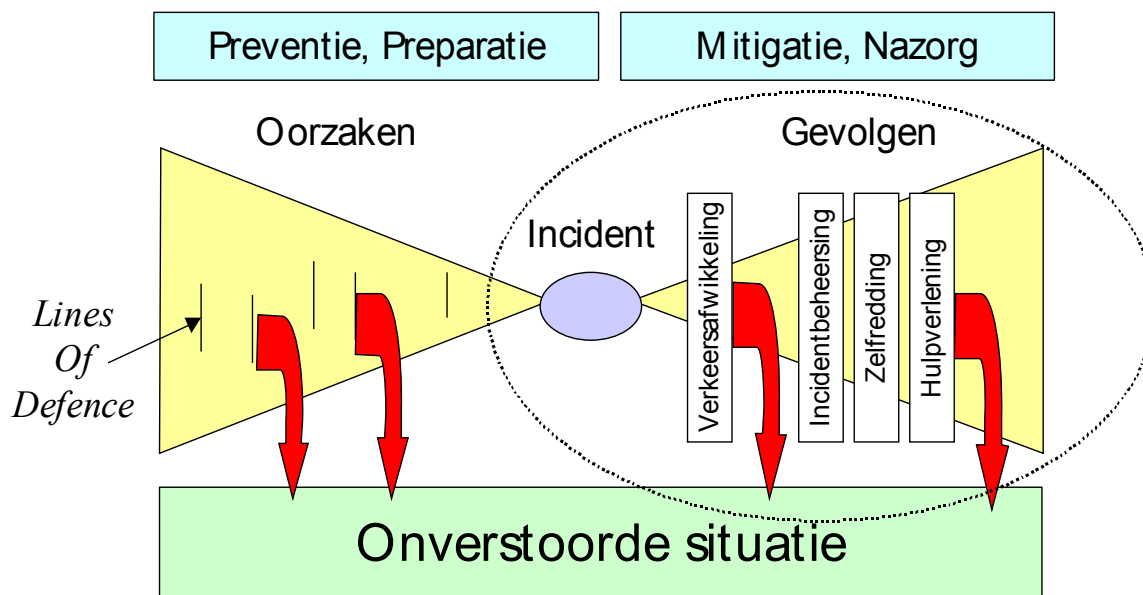
De kwantitatieve risicoanalyse (QRA-tunnels) is uitgebreid beschreven in VOV 9, Beide analysemethoden (QRA en SceA) vullen elkaar aan. De QRA beschouwt zowel de kansen als de gevolgen van een bepaald ongeval, met het doel het optredende risico voor de tunnelgebruikers te kwantificeren en te vergelijken met de kwantitatieve norm voor het groepsrisico. Op basis hiervan kan het veiligheidsniveau van een tunnel worden vergeleken met dat van andere tunnels en kan worden vastgesteld of het veiligheidsniveau maatschappelijk aanvaardbaar is. De QRA is om die reden ook aangewezen als het wettelijk voorgeschreven instrument om het veiligheidsniveau van de tunnel te toetsen (toetsen aan de wettelijk vastgelegde norm).

De scenarioanalyse richt zich niet zozeer op de kansen van een ongeval, maar veel meer op de gevolgen als het ongeval (ondanks alle maatregelen om de kans te verkleinen) onverhoopt toch optreedt. In dat geval moeten de gevolgen zoveel mogelijk worden beperkt en beheerst. De SceA komt daarmee tegemoet aan de behoeften van onder andere de hulpverleningsdiensten, zoals de brandweer, politie en GHOR¹, die immers willen weten hoe er gehandeld moet worden als een ongeval zich voordoet en wat voor inzet van mens en materieel daarvoor nodig is.

Als we dit bekijken in het perspectief van het vlinderdasmodel (zie figuur) dan richt de scenarioanalyse zich dus met name op de rechter helft van het vlinderdasmodel; het ongeval wordt immers als

¹ Geneeskundige Hulpverleningsorganisaties in de regio, voorheen afkorting voor Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen

uitgangspunt gekozen (zie figuur 1). De bij de scenarioanalyse beschouwde processen (verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening) zijn in feite de “lines of defence” die de negatieve gevolgen van een ongeval moeten beperken.



Figuur 1. Vlinderdasmodel

De kwantitatieve risicoanalyse richt zich op de linkerhelft van het vlinderdasmodel (door de kans en vervolgekansen van verschillende ongevallen mee te nemen) en een deel van de rechterhelft. Het QRA-model focust, voor de uitwerking van de gevolgen op de periode direct na het ontstaan van het ongeval, als de tunneloperator en de technische systemen nog kunnen ingrijpen om de gevolgen van het ongeval te mitigeren en berekent de mogelijkheden om te vluchten (zelfredding). Het aspect hulpverlening wordt in de QRA niet meegenomen.

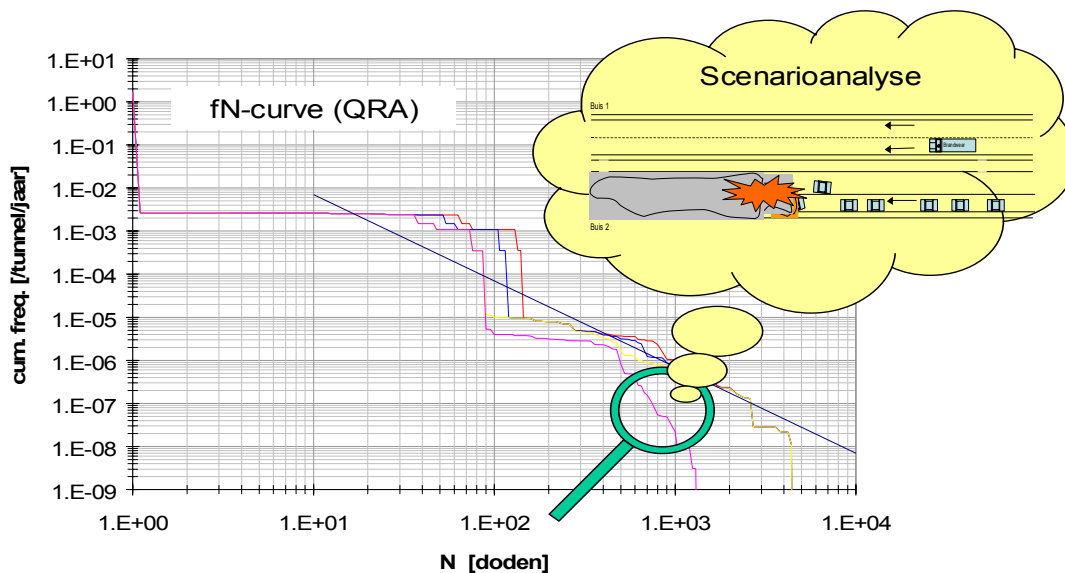
Op dat punt vormt de scenarioanalyse, die zich vooral op het hulpverleningsproces richt, een goede aanvulling op de QRA. In tabel 2 wordt het complementaire karakter van beide analysevormen nader toegelicht. Hierbij is er van uit gegaan dat de QRA wordt uitgevoerd met een standaard model (zoals het QRA-tunnels voor wegtunnels) en dat de SceA wordt uitgevoerd conform de leidraad scenarioanalyse (deel 1 en deel 2).

Kwantitatieve risicoanalyse (QRA)	Scenarioanalyse (SceA)
Generieke beschouwing van een groot aantal scenario's (modelberekening)	Gedetailleerde beschouwing van een beperkt aantal scenario's (maatwerk), waarbij kan worden gelet op de onderlinge invloed van een groot aantal variabelen (voorzieningen, organisatie, procedures e.d.) en hun invloed op het verloop van het scenario
Wordt uitgevoerd door risicoanalist (modelberekening)	Wordt uitgevoerd door scenarioanalyse team, waarbij alle partijen input kunnen geven t.a.v. hun rol in afhandelingen van calamiteiten (beheerder, operator, wegininspecteurs, hulpverleningsdiensten, bevoegd gezag, enz.)
Beschouwt zowel kansen als gevolgen	Beschouwt met name de gevolgen (kansen worden meegenomen in de zin dat het scenario voorstelbaar moet zijn)
Kwantitatieve beschouwing	Voorname kwalitatieve beschouwing (kwantificering vindt alleen ondersteunend plaats)
Hulpverlening wordt niet expliciet beschouwd	Prestaties hulpverlening worden expliciet en gedetailleerd

	beschouwd
Toetst resultaten aan norm voor groepsrisico	Gebruik analyse om het Veiligheidsbeheerplan en in het bijzonder het calamiteitenbestrijdingsplan nader in te vullen met betrekking tot verkeersafwikkeling, incidentbeheersing, zelfredding en hulpverlening
Geeft getallen (abstract)	Geeft het verhaal achter de getallen (concreet)
Gericht op toetsing aan de norm en kwantificering van de invloed van risicoreducerende maatregel op het groepsrisico.	Gericht op incidentmanagement en hulpverleningsprocessen

Tabel 2. Verschillen tussen kwantitatieve risicoanalyse en scenarioanalyse

Vanwege het complementaire karakter moeten volgens de Nederlandse wetgeving beide analysevormen worden uitgevoerd om de veiligheid van een tunnel aan te tonen' maar wel op verschillende momenten in het besluitvormingstraject en met verschillende doelen.



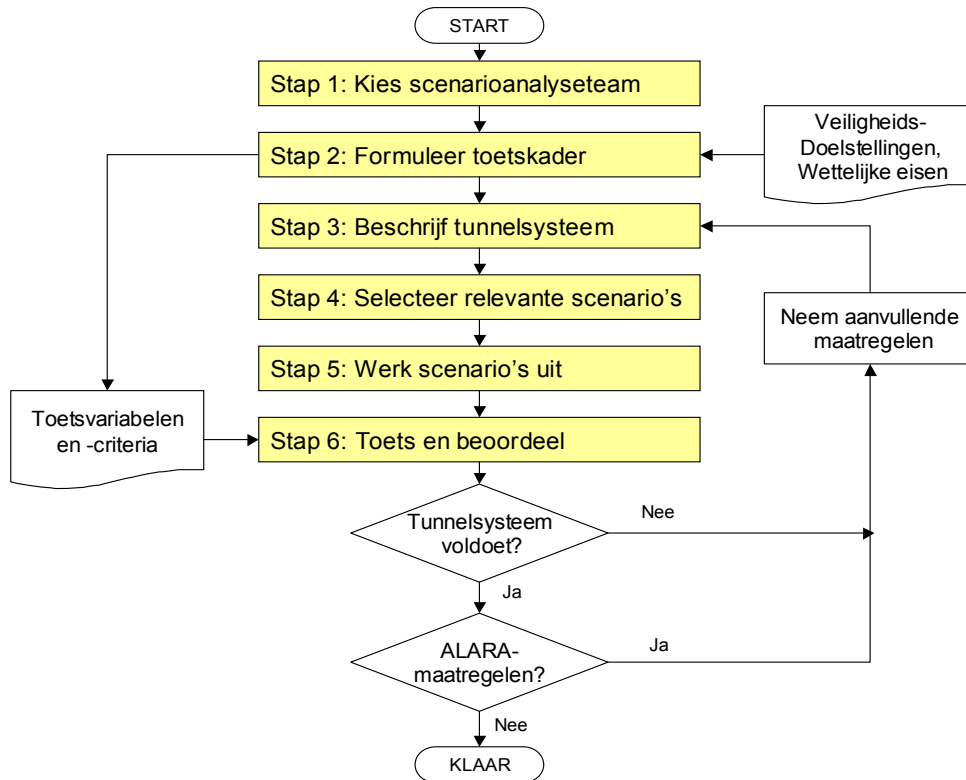
Figuur 2. Detailniveau van de SceA versus dat van de QRA

4. Scenarioanalyse stap voor stap (toepassing leidraden)

4.1 Generiek stappenplan (weg-/spoo tunnels)

Het te volgen stappenplan voor een scenarioanalyse is generiek, dat wil zeggen gelijk voor weg- en spoortunnels en bovendien in hoofdlijnen gelijk voor iedere projectfase waarin de analyse wordt uitgevoerd. In deel 1 van de Leidraad (Wegtunnels) is voor de aanpak de definitief ontwerpfase als uitgangspunt gekozen, met de opmerking dat de aanpak in de overige projectfasen min of meer hetzelfde is, op enkele accentverschillen na. In deel 2 van de Leidraad (Spoortunnels) zijn de accentverschillen voor de verschillende projectfasen nader geconcretiseerd, gebruik makend van de inzichten die zich sinds het verschijnen van deel 1 verder hebben ontwikkeld.

De hoofdstappen van de generieke aanpak zijn als volgt (zie figuur 3).



Figuur 3. Aanpak scenarioanalyse in hoofdlijnen

De essentie van de aanpak wordt in het navolgende voor elke stap beschreven. Een en ander wordt regelmatig voorzien van voorbeelden voor zowel wegtunnels als spoortunnels. Voor verdere detailinformatie wordt verwezen naar de leidraden zelf, die verkrijgbaar zijn bij het COB en tevens te downloaden zijn van de website van het Steunpunt Tunnelveiligheid (www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid) en de website van de Commissie Tunnelveiligheid (www.commissietunnelveiligheid.nl).

4.2 Stap 1: Kies scenarioanalyseteam

De eerste stap van de scenarioanalyse is het samenstellen van het scenarioanalyseteam, dat de analyse gaat uitvoeren. Om een aantal eerder genoemde voordelen van de scenarioanalyse te realiseren, zoals een multidisciplinaire inbreng en een gezamenlijke voorbereiding op calamiteiten, moet het analyseteam altijd met zorg worden samengesteld. Zorg dat in ieder geval de volgende partijen in het team vertegenwoordigd zijn:

- De tunnelbeheerder en uitvoerende partijen zoals operator/verkeerscentrale en weginspecteurs
- Het bevoegd gezag
- De hulpverleningsdiensten (brandweer, GHOR en politie)

De *tunnelbeheerder* is hier in de eerste plaats de tunnelbeheerder in de zin van de WARVW, dus degene die verantwoordelijk is voor de veiligheid van de tunnel, en daarmee tevens de eindverantwoordelijke voor de uitvoering van de scenarioanalyse. Echter, ook de tunnelbeheerder in de klassieke zin, dus degene die verantwoordelijk is voor het dagelijkse beheer en onderhoud van de tunnel, is een waardevol lid voor het analyseteam. Het is namelijk deze persoon die verstand heeft van (en verantwoordelijk is voor) de operationele afwikkeling van incidenten en ongevallen in de tunnel. Als beide rollen in dezelfde persoon zijn verenigd is dat natuurlijk alleen maar makkelijk. Van belang is dat in ieder geval betrokkenheid van operationele vertegenwoordigers uit de tunnelbeheerorganisatie geborgd is (operators, weginspecteurs).

Bij de vergunning tot openstelling is de gemeente *bevoegd gezag* (er kan overigens sprake zijn van meerdere betrokken gemeenten).

In de betreffende projectfasen ligt het dus voor de hand een vertegenwoordiger van bijvoorbeeld Bouw- en woningtoezicht aan het analyseteam toe te voegen.

De *hulpverleningsdiensten* (de brandweer, GHOR en politie, ofwel rood-wit-blauw) spelen een belangrijke rol in de afwikkeling van ongevalsscenario's, en dus vormen zij een essentiële partner bij de scenarioanalyse. Vanuit de veiligheidsketen geredeneerd (pro-actie → preventie → mitigatie → preparatie → repressie → nazorg) moeten de hulpverleningsdiensten de veiligheidsrisico's beheersen, die niet worden afgedekt door pro-actieve maatregelen (bijvoorbeeld de tracékeuze, de beslissing wel/geen tunnel of de keuze van de tunnelcategorie volgens het VLG) of de preventieve maatregelen (met name het ontwerp van de weg en de tunnel).

Naast bovengenoemde partijen kunnen aanvullend aan het scenarioanalyseteam worden toegevoegd:

- Veiligheidsbeambte en/of adviseur tunnelveiligheid
- Overige adviseurs (bijvoorbeeld op het gebied van sociaal gedrag)
- Vertegenwoordigers van belangengroepen
- Enz.

In bepaalde gevallen, bijvoorbeeld bij een complex en/of maatschappelijk gevoelig project, kan het zinvol zijn een zogenaamde actoren-analyse uit te voeren, om vast te stellen welke partijen vertegenwoordigd moeten zijn in het analyseteam. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar de leidraden.

Naast de samenstelling van het team zijn uiteraard ook de verantwoordelijkheden, taken en bevoegdheden van het team belangrijk, zowel intern (binnen het team, wie doet wat?) als extern (rol van het team in het tunnelveiligheidsproces, wat wordt in dit kader van het team verwacht?). Maak hierover goede afspraken. Onafhankelijk van deze afspraken blijft de tunnelbeheerder in de zin van de WARVV echter eindverantwoordelijk,

4.3 Stap 2: Formuleer toetskader

Nu in de nieuwe wetgeving de rol van de scenarioanalyse in het besluitvormingsproces ten aanzien van veiligheid en de voorbereiding op calamiteiten is gewijzigd is, ligt het ook voor de hand dat deze stap een andere invulling krijgt. De Leidraden geven met name handreikingen voor te hanteren criteria in de ontwerpfase, maar niet voor de openstellingsfase. Aangezien in deze fase het ontwerp al geheel vast ligt, geldt het voorzieningenniveau als het uitgangspunt en dient in deze fase dus niet dit voorzieningenniveau getoetst te worden, maar moeten het gebruik en inpassing van deze voorzieningen in de werkprocessen worden uitgewerkt, geoptimaliseerd en verwerkt in het Veiligheidsbeheerplan en het Calamiteitenbestrijdingsplan. In deze stap ligt de focus dus op het omschrijven van het doel van de scenarioanalyse en het vastleggen welke verschillende aspecten en processen in de scenarioanalyse verder zullen worden uitgewerkt.

Belangrijke doelen voor een scenarioanalyse in deze fase voor de openstelling zijn:

- Bieden van de benodigde informatie voor de organisatorische procedures die bij een ongeval moeten worden gevolgd
- Inzicht geven in de afspraken die er tussen de tunnelbeheerder en de hulpverleningsdiensten moeten worden gemaakt.
- Uitwerken van mogelijke verschillende inzetstrategieën en operationele maatregelen en hier in de meest optimale verder uitwerken.
- Input bieden voor het (wettelijk verplichte) calamiteitenbestrijdingsplan, het opleidings- en trainingprogramma van de hulpverleningsdiensten en de eveneens wettelijk verplichte oefeningen.
- toetsen of de wettelijke aanrijdtijden van de hulpverleningsdiensten wel kunnen worden gehaald of dat hiervoor specifieke afspraken moeten worden gemaakt.

In de planfase Planstudiefase is een scenarioanalyse niet meer verplicht. Wel is een Bereikbaarheidsanalyse i.v.m. de eerder genoemde ruimtelijke inpassing relevant. Hiervoor is een uitgebreide scenarioanalyse zoals verder beschreven in deze paper niet noodzakelijk. Wel kunnen op hoofdlijnen dezelfde stappen worden gevolgd, maar is de diepgang beperkter. In deze stap ligt is dan het werken met toetscriteria ook niet noodzakelijk. Voor de bereikbaarheidsanalyse zijn de volgende vragen van belang:

- Is er ruimte voor de vluchtroute, in en nabij de tunnel;
- Waar komen de vluchtende mensen uit de tunnel; is er daar ruimte voor een veilige opstelplaats (buiten de effectafstand van calamiteiten met gevaarlijke stoffen in de tunnel); is er een

- mogelijkheid de verzamelplaats aan te sluiten op de openbare weg, zodat de mensen een verder veilig heenkomen kunnen vinden (geen “opsluiting op een veilig eiland”);
- Zijn er aanrijdroutes voor de hulpdiensten mogelijk/beschikbaar; zijn alle tunnelmonden zonder problemen bereikbaar; is de tunnel bereikbaar binnen de normen voor de aanrijdtijd;
 - Is er ruimte voor een opstelplaats voor de hulpdiensten bij de tunnelmonden (ook: COPI);
 - Is er ruimte voor gewondennesten binnen/buiten de tunnel;
 - Zijn de ziekenhuizen in de omgeving goed bereikbaar vanaf de tunnel;
- De uitwerking dient dus gericht te zijn op het beantwoorden van deze vragen.

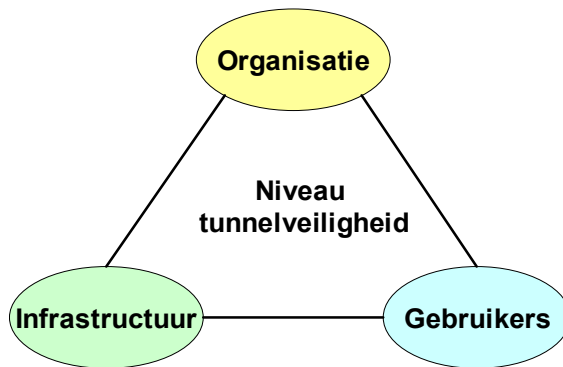
4.4 Stap 3: Beschrijf tunnelsysteem

Het verloop van de processen na een ongeval (incident) is sterk afhankelijk van de eigenschappen van de tunnel (met al haar voorzieningen) en de wijze waarop o.a. de tunneloperator / verkeersleider en de hulpverleningsdiensten reageren op het ongeval. Daarom moet voorafgaand aan de analyse van de scenario's eerst het tunnelsysteem worden beschreven. Dit is de derde stap bij het uitvoeren van de analyse.

Het tunnelsysteem bestaat uit:

- De infrastructuur: tunnelconstructie zelf, de weg- of spoorweg in en nabij de tunnel en de bouwkundige en installatietechnische voorzieningen in en nabij de tunnel (detectiemiddelen voor ongevallen en brand, ventilatie, vluchtwegen, calamiteitendoorsteken en dienstwegen voor de hulpverleningsdiensten, blusmiddelen, enz.)
- De gebruikers: het personen- en goederenverkeer door de tunnel, inclusief de transporten van gevaarlijke stoffen; bij spoortunnels is hierbij ook het gebruikte trein-, tram- of metromaterieel van belang²
- De organisatie: de organisatie, werkwijze en procedures van de tunnelbeheerder, de tunneloperator/verkeersleider, de hulpverleningsdiensten, enz.

Bovengenoemde componenten van het tunnelsysteem bepalen gezamenlijk het veiligheidsniveau van de tunnel (zie figuur 4).



Figuur 4. De hoofdcomponenten van het tunnelsysteem

Het detailniveau, waarin het tunnelsysteem moet worden beschreven, wordt bepaald door de scenario's die worden beschouwd en de doelstelling van de scenarioanalyse. Als men bijvoorbeeld wil nagaan hoe snel een stilstaand voertuig in een wegtunnel wordt opgemerkt (zoals bij een pechincident), dan is een nauwkeurige beschrijving van de detectiesystemen (detectielussen, camera's e.d.) vereist, inclusief reactietijden en de daaropvolgende signalen die de tunneloperator ontvangt. Bij een pechincident speelt de verstaanbaarheid van een luidsprekersysteem in het middentunnelkanaal daarentegen echter geen rol. Als deze voorziening bij geen van de beschouwde scenario's wordt aangesproken, dan hoeft de beschrijving van het tunnelsysteem hier in principe ook geen aandacht aan te besteden.

² In dit verband wordt bij spoortunnels het tunnelsysteem ook wel aangeduid als de "Trias": de samenhang tussen infrastructuur, materieel en organisatie.

Bij de uitwerking zijn in ieder geval de organisatie en procedures van de tunnelbeheerder en de hulpverleningsdiensten van belang. Het gaat dan immers met name om de nadere invulling van het Veiligheidsbeheerplan voor de tunnel, zeg maar het kwaliteitssysteem dat gericht is op het handhaven van het veiligheidsniveau van de tunnel, inclusief de onderlinge afstemming van de calamiteitenplannen, aanvalsplannen, rampenbestrijdingsplannen, enz. Dit betekent dat de organisatiecomponent van het tunnelsysteem verder moet worden uitgewerkt.

In de leidraden zijn lijsten opgenomen van variabelen (eigenschappen, kenmerken, voorzieningen e.d.) die van belang (kunnen) zijn bij de beschrijving van het tunnelsysteem. Bij spoortunnels is hierbij tevens rekening gehouden met ondergrondse stations die zich in de tunnel kunnen bevinden. Deze stations kunnen namelijk onderdeel uitmaken van de vluchtweg (bijvoorbeeld bij safe haven principe³, dat bij metro's vaak wordt toegepast). Ook kunnen de stations een door de hulpverleningsdiensten te gebruiken toegang tot de tunnel vormen. Anderzijds kunnen de aanwezigen in een ondergronds station worden blootgesteld aan de gevolgen van een ongeval in de tunnel (hitte, rook, toxische dampen e.d.).

In het Veiligheidsbeheerplan zal ook een systeembeschrijving zijn opgenomen. Bij het opstellen van een scenarioanalyse ter voorbereiding van de openstelling kan dus ook heel goed naar de systeembeschrijving in het VBP worden verwezen. In de nieuwe wetgeving (RARVW 20013) zijn voor nieuwe rijkstunnels die worden uitgevoerd met de standaarduitrusting ook uitgangspunten ten aanzien van de incidentafhandeling gegeven (Bijlage 3 van de RARVW). Ook deze uitgangspunten vormen een belangrijk onderdeel van de systeembeschrijving.

4.5 Stap 4: Selecteer relevante scenario's

Nadat het scenarioanalyseteam is gevormd, het toetsingskader is vastgesteld en het tunnelsysteem is beschreven, moeten de scenario's die men wil beschouwen worden geselecteerd. Dit is de vierde stap bij het uitvoeren van de analyse. Het betreft een zeer belangrijke stap, omdat er uiteraard geen draagvlak zal bestaan voor conclusies en aanbevelingen die zijn geformuleerd op basis van scenario's die zonder brede instemming van de belanghebbende partijen zijn geselecteerd. Besteed daarom zeer veel zorg aan deze selectie. Het wordt aanbevolen om met de leden van het analyseteam (en met de relevante belanghebbenden buiten het analyseteam) eerst expliciet overeenstemming te krijgen over de te beschouwen scenario's, voordat aan de eigenlijke analyse wordt begonnen.

Scenario	Weg tunnel	Spoortunnel	Metro- en tram tunnel
Te onderzoeken in planstudiefase (fase voorafgaand aan planologische beslissing EN ontwerpfase (fase voorafgaand aan bouwvergunning))		Botsing/aanrijding	Botsing/aanrijding
	Grote brand	Grote brand	Grote brand
	Explosie	Explosie (in geval van tunnel voor personen- en goederenvervoer)	
	Vrijkomen giftige stoffen	Vrijkomen giftige stoffen (in geval van tunnel voor personen- en goederenvervoer)	
	Overstroming	Overstroming	Overstroming
Te onderzoeken in ontwerpfase (fase voorafgaand aan bouwvergunning))	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	Spontane evacuatie	Spontane evacuatie

Tabel 3.: Scenariocategorieën, te beschouwen bij weg-, spoor-, metro- en tramtunnels [3]

Conform de leidraden moeten de volgende stappen worden doorlopen om tot een goede selectie van scenario's te komen:

³ Dit houdt in dat de metro bij eventuele brand (in de tunnel of in de metro zelf) altijd zal proberen door te rijden naar het eerstvolgende station. Daar zijn alle faciliteiten en voorzieningen aanwezig om passagiers in veiligheid te brengen.

- a. Kies de relevante scenariocategorieën voor de analyse uit tabel 5⁴
- b. Formuleer per categorie een concreet scenario, dat wil zeggen de ongewenste gebeurtenis die plaatsvindt (incident, ongeval), inclusief de vrijkomende hoeveelheden gevaarlijke stoffen, het vermogen en de ontwikkeltijd brand, enz.⁵
- c. Geef per scenario een eerste inschatting van de aard en omvang van de gevolgen (omvang letsel, omvang materiële schade).
- d. Toets de scenario's aan de beschrijving van het tunnelsysteem: worden alle (relevante) systeemvariabelen/inzetstrategieën beschouwd?
- e. Toets de scenario's aan de volgende generieke criteria:
 - Reëel en waarschijnlijk: hebben de scenario's een redelijke kans van voorkomen⁶? Is het voorstelbaar dat het optreedt en is derhalve voorbereiding op dit scenario noodzakelijk.
 - Functioneel en doelmatig: kunnen met de scenario's alle relevante processen t.a.v. incidentmanagement en calamiteitenbestrijding worden beschouwd.
 - Representatief en evenwichtig: representeren de uiteindelijk gekozen scenario's de complete lijst van voorstelbare scenario's (klein en groot); is de selectie breed en evenwichtig?
 - Toegevoegde waarde aan totale reeks: voegen de scenario's afzonderlijk iets toe aan de totale reeks, of is er sprake van een (te grote) overlap voor wat betreft de maatregelen en processen die worden uitgewerkt; levert toevoeging van een bepaald scenario voldoende aanvullende informatie op ten opzichte van de overige scenario's?
- f. Stel de reeks van scenario's zonodig bij, bijvoorbeeld door het herformuleren van scenario's, totdat alle systeemvariabelen worden aangesproken en aan alle generieke criteria wordt voldaan.
- g. Maak de definitieve keuze voor de te beschouwen scenario's.

Als algemeen aandachtspunt nog het volgende. Het gaat bij de selectie van de scenario's nadrukkelijk niet om de scenario's waarbij de meeste slachtoffers vallen (worst case benadering) maar om de scenario's waar je het meeste van kan leren, bijv waar een nadere uitwerking van de inzetstrategie gewenst is of een vergelijking van verschillende inzetstrategieën relevant is. Het beschouwen van een BLEVE van een LPG-tankwagen, die bij een botsing direct optreedt, heeft bijvoorbeeld geen zin. Iedereen in de tunnel overlijdt en de tunnel gaat verloren. Dit scenario biedt geen informatie over het functioneren van de detectiesystemen, de beheersmaatregelen door de tunneloperator, het al dan niet voldoen van de vluchtvoorzieningen, of de prestaties van de hulpverleningsdiensten.

Tot slot zijn ter illustratie in de navolgende tabellen (6 en 7) enkele korte beschrijvingen weergegeven, zoals die zijn opgesteld bij de selectie van de scenario's voor de analyse ten behoeve van de capaciteitsuitbreiding van de Coentunnel (uitgevoerd in 2005, tijdens de ontwerpfase) en de analyse ten behoeve van de spoortunnel (zware rail) en metrotunnel van de Zuidas (uitgevoerd in 2006, tijdens de planstudiefase, voor de tracénota/MER). De betreffende scenario's zijn uiteindelijk geselecteerd en nader uitgewerkt.

Een voorbeeld van een scenarioanalyse in de voorbereidingsfase is nog niet voorhanden.

1. Pech in westbuis Tweede Coentunnel
Tijdens de avondspits rijdt een personenauto de westbuis van de Tweede Coentunnel in, richting verkeersknooppunt Coenplein. Halverwege de tunnel slaat de motor van de auto af. De bestuurder slaagt er niet in de motor weer te starten. De personenauto rijdt nog enige tijd door. De bestuurder zet de auto langs de kant van de weg. Een deel van de rechter rijstrook wordt geblokkeerd. Achter het pechvoertuig ontstaat een file. Benedenstrooms van het incident rijdt het verkeer zonder problemen de tunnel uit. Er vindt geen evacuatie plaats. Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter. Externe hulpverlening door berger. Eerste inschatting letselschade: n.v.t. Eerste inschatting schade aan tunnel: n.v.t.
2. Kettingbotsing in westbuis bestaande Coentunnel

⁴ Deze tabel is ontleend aan de Handreiking Risicoanalyse Tunnelveiligheid [3], maar gebaseerd op de twee delen van de Leidraad scenarioanalyse [1], [2]

⁵ Let er op dat het scenario bij de concrete beschrijving binnen de categorie blijft waaruit het is gekozen, dat wil zeggen, laat een pechscenario in een wegtunnel niet escaleren tot een botsing met een achteropkomend voertuig, omdat we dan opeens met een scenario uit de categorie botsing (met letsel) te maken hebben

⁶ Toelichting: er is sprake van een redelijke kans als het incident/ongeval de afgelopen 10 jaar ergens in Europa is voorgekomen, niet noodzakelijkerwijs in een tunnel (project Tunnelveiligheid, 2006).

<p>Tijdens de ochtendspits rijdt een vrachtauto de westbuis van de bestaande Coentunnel in, richting Amsterdam. De lading van de vrachtauto is niet goed bevestigd en valt halverwege de tunnel op het wegdek. De achterop komende personenauto remt plotseling, maar botst tegen de lading. De daaropvolgende voertuigen kunnen niet op tijd remmen, waardoor een kettingbotsing ontstaat, waarbij in totaal 5 personenauto's betrokken zijn. De overige voertuigen weten tijdig te stoppen. Door de gebotste voertuigen wordt de volledige rijbaan geblokkeerd. De bestuurder van een van de betreffende voertuigen overlijdt. De inzittenden van de overige betrokken voertuigen zijn gewond en/of bekneld. Achter de kettingbotsing ontstaat een file, benedenstreams van het incident rijdt het verkeer ongehinderd de tunnel uit. Er vindt geen evacuatie plaats.</p> <p>Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter.</p> <p>Externe hulpverlening door brandweer (bevrijding beknelden), GHOR, politie, begrafenisondernemer en berger.</p> <p>Eerste inschatting letselschade: 1 dode (bekneld) en 5 gewonden/beknelden (Triageklasse T1)</p> <p>Eerste inschatting schade aan tunnel: n.v.t.</p>
<p>3. Brand lading vrachtauto in westbuis Tweede Coentunnel</p> <p>Tijdens de drukke ochtendspits ontstaat een file (nagenoeg stilstaand verkeer) in de westbuis van de Tweede Coentunnel (richting Amsterdam), mogelijk vanwege een incident buiten de tunnel. Een van de voertuigen in de tunnel is een vrachtauto met lading. Midden in de tunnel ontstaat een brand onder de laadruimte van de vrachtauto, die zich binnen 5 minuten volledig ontwikkelt (50 MW). Vanwege de file voor en achter het ongeval hebben relatief veel mensen hinder van de rook (ventilatie met rijrichting mee). Er vindt een evacuatie plaats via de vluchtdeuren en vluchtgang.</p> <p>Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter.</p> <p>Externe hulpverlening door brandweer, GHOR, politie, begrafenisondernemer en berger.</p> <p>Eerste inschatting letselschade: 4 doden en 20 gewonden (Triageklasse T1/T2/T3)</p> <p>Eerste inschatting schade aan tunnel: geen constructieve schade; wel schade aan hittewerende bekleding, wegdek en tunneltechnische installaties.</p>
<p>4. Plasbrand benzine in oostbuis Tweede Coentunnel</p> <p>Tijdens de avondspits rijdt een tankwagen met benzine (inhoud: 28 ton) de oostbuis van de Tweede Coentunnel in, richting A10-noord/A8. De tankwagen rijdt op de middelste rijstrook, maar wil na de tunnel rechtsaf slaan. De chauffeur probeert daarom in de tunnel al naar de rechter rijstrook te gaan. Op het moment dat de tankauto zich in het opgaande gedeelte van de tunnelbuis tussen het verkeer op de rechter rijstrook forceert, komt de tankwagen in botsing met een achterop komende vrachtauto op de rechter rijstrook. Door de botsing raakt de tankauto lek en stroomt er benzine op het wegdek in de tunnel (uitstroming van 20,6 kg/s). De benzine vat vlam, waardoor een plasbrand ontstaat (200-300MW, volledige ontwikkeling binnen 3 minuten). Het verkeer voor het ongeval rijdt ongestoord de tunnel uit, achter het ongeval ontstaat een file. Doordat het ongeval in het opgaande gedeelte van de tunnel plaatsvindt, stroomt de benzineplas richting de file achter het ongeval.</p> <p>Er vindt een evacuatie plaats via de vluchtdeuren en vluchtgang.</p> <p>Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter.</p> <p>Externe hulpverlening door brandweer, GHOR, politie, begrafenisondernemer en berger.</p> <p>Eerste inschatting letselschade: 20 doden en 15 gewonden (Triageklasse T1/T2/T3)</p> <p>Eerste inschatting schade aan tunnel: geen constructieve schade; wel schade aan hittewerende bekleding, wegdek en tunneltechnische installaties.</p>
<p>5. Lekken toxische vloeistof in oostbuis Tweede Coentunnel</p> <p>In de avondspits rijdt een tankauto (tankinhoud 25 ton) met acrylnitril op de rechter rijstrook de oostbuis van de Tweede Coentunnel in, richting A10-noord/A8. De chauffeur is oververmoeid en de tankauto zwakt onverwachts de linker rijstrook op. De bestuurder van een achterop komende vrachtauto let niet op en botst met redelijk grote snelheid op de tankauto. De tankauto raakt lek, zodat de giftige vloeistof met een continue stroom uitstroomt (circa 25 kg/s). Er ontstaat een plas op het wegdek, van waaruit verdamping van de stof plaatsvindt. De bestuurders van de ongevalsvoertuigen zijn gewond en bekneld. Achter het ongeval ontstaat een file, voor het ongeval rijdt het verkeer ongestoord de tunnel uit.</p> <p>De evacuatie komt laat op gang (noodzaak wordt niet meteen onderkend).</p> <p>Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter.</p> <p>Externe hulpverlening door brandweer, GHOR, politie, begrafenisondernemer en berger.</p> <p>Eerste inschatting letselschade: 8 doden en 10 gewonden (Triageklasse T1/T2/T3)</p> <p>Eerste inschatting schade aan tunnel: bepaalde tunneltechnische installaties, kabels, leidingen en ook de hittewerende bekleding kunnen (plaatselijk) door chemische aantasting worden beschadigd.</p>

6. Warme BLEVE in oostbuis bestaande Coentunnel

Een tankwagen met CO₂ (tankinhoud 50m³) rijdt achter een personenauto, waarvan de bestuurder plotseling onwel wordt. De chauffeur van de tankwagen weet tijdig te remmen, maar de bestuurder van een personenauto achter de tankwagen let niet op en botst in volle vaart achter op de tankwagen. De volledige rijbaan van de tunnel, inclusief vluchtstrook, is nu geblokkeerd. Als gevolg van de botsing ontstaat een brand in de personenauto, die zich binnen 5 minuten ontwikkelt tot een vermogen van 5 MW. Achter het ongeval ontstaat een file, het verkeer voor de personenauto met de onwel geworden bestuurder rijdt ongehinderd de tunnel uit. De bestuurder van de gebotste personenauto is zwaar gewond en bekneld. De bestuurder van de tankwagen is ongedeerd. Na ongeveer 5 tot 10 minuten raakt de tank met CO₂ zodanig verhit dat deze explodeert. Er vindt een evacuatie plaats via de vluchtdeuren en vluchtgang.
Interne hulpverlening door tunneloperator en wegopzichter.
Externe hulpverlening door brandweer, GHOR, politie, begrafenisondernemer en berger.

Eerste inschatting letselschade: 30 doden en 40 gewonden (Triageklasse T1/T2/T3)

Eerste inschatting schade aan tunnel: de bestaande Coentunnel gaat volledig verloren. De Tweede Coentunnel loopt geen schade op (voldoende afstand).

Tabel 4. Korte beschrijving geselecteerde scenario's bij scenarioanalyse capaciteitsuitbreiding Coentunnel (voorbeeld)

Nr.	Modaliteit	Scenario-categorie	Titel scenario	Beknopte omschrijving
1.	Zware rail	Grote brand	Treinbrand in tunnel (25 MW)	Door een technisch defect ontstaat kort na het verlaten van de OV-terminal (WTC) brand in de locomotief van een dubbeldekker met 1.500 reizigers (de grootste dubbeldekker van de NS beschikt over 1.200 zitplaatsen en is 320m lang). De brand heeft een vermogen van 25 MW en een ontwikkeltijd van 10 min ⁷ . De locomotief kan niet meer verder rijden en de trein komt in de tunnel tot stilstand. De evacuatie uit de trein vindt moeizaam plaats, vanwege de smalle trappen tussen de verdiepingen van de trein en het hoogteverschil bij de uitgang (geen perron aanwezig). Verdere evacuatie vindt plaats via de vluchtdeuren en/of via tunnel naar de OV-terminal of naar de tunneluitgang. Externe hulpverlening door politie, brandweer en GHOR. Eerste inschatting letselschade: 30 doden, 300 gewonden (trriageklasse T1 + T2 + T3) ⁸ .
2.	Zware rail	Grote brand	Treinbrand in OV-terminal (25 MW)	Door brandstichting ontstaat een brand in een wagon van een dubbeldekker met 1.500 reizigers, die zich in de tunnel bevindt. De brand ontwikkelt in 10 minuten tijd een vermogen van 25 MW ¹³ . De trein rijdt door naar de OV-terminal (WTC) in de tunnel. Op het perron van aankomst bevinden zich op dat moment 500 mensen. Er is bovendien een trein aan de andere zijde van het perron met 750 reizigers. Via het perron vindt de evacuatie uit de brandende trein plaats. Ook uit de tweede trein wordt geëvacueerd. Verdere evacuatie vindt plaats via (rol)trappen naar de stationshal. Externe hulpverlening door politie, brandweer en GHOR. Eerste inschatting letselschade: 190 doden, 1.900 gewonden (trriageklasse T1 + T2 + T3) ¹⁴ .
3.	Metro	Grote brand	Metrobrand in tunnel (15 MW)	Door een technisch defect in de reminstallatie ontstaat kort na het verlaten van de OV-terminal (WTC) brand in metro met totaal 1.000 reizigers. De brand heeft een vermogen van 15 MW en een ontwikkeltijd van 10 minuten. De metro kan niet meer verder rijden en komt in de tunnel tot stilstand. De reizigers verlaten de rijkstrijgen. Verdere evacuatie vindt plaats via de vluchtdeuren en/of via tunnel naar de OV-terminal of naar de tunneluitgang.

⁷ Opmerking: in afwijking van het hier genoemde brandscenario gaat Prorail in de regel uit van een grote brand met een vermogen van 40MW en een ontwikkeltijd van 15 min.

⁸ Opmerking: Prorail hanteert bij een grote brand de letselschade-inschattingen volgens Railplan, die afwijken van de hier genoemde inschattingen. Voor meer informatie over het project Railplan, zie www.projectrailplan.nl.

Nr.	Modaliteit	Scenario-categorie	Titel scenario	Beknopte omschrijving
				Externe hulpverlening door politie, brandweer en GHOR. Eerste inschatting letselschade: 10 doden, 100 gewonden (triageklasse T1 + T2 + T3).
4.	Metro	Grote brand	Metrobrand in OV-terminal (15 MW)	Door brandstichting ontstaat een brand in een wagenstel van een metro met totaal 1.000 reizigers. De brand ontwikkelt in 10 minuten tijd een vermogen van 15 MW. De brand wordt opgemerkt als de trein net de tunnel is ingerezen. Vanwege het safe haven principe rijdt de trein door naar de OV-terminal (WTC) in de tunnel. Op het perron van aankomst bevinden zich op dat moment 250 mensen. Er is bovendien een trein aan de andere zijde van het perron met nog eens 500 reizigers. Via het perron vindt de evacuatie uit de brandende metro plaats. Ook uit de tweede metro wordt geëvacueerd. Verdere evacuatie vindt plaats via (rol)trappen naar de stationshal. Externe hulpverlening door politie, brandweer en GHOR. Eerste inschatting letselschade: 90 doden, 900 gewonden (triageklasse T1 + T2 + T3).

Tabel 5. Korte beschrijving geselecteerde scenario's bij scenarioanalyse spoor- en metrotunnel Zuidas (voorbeeld)

4.6 Stap 5: Werk scenario's uit

Nadat de te beschouwen scenario's zijn geselecteerd kan worden begonnen aan de eigenlijke analyse: het uitwerken van de scenario's en de inzetstrategieën. Dit is de vijfde stap in het analyseproces.

De uitwerking kan in de volgende stappen kan worden verdeeld:

- Bepaal de tijdstappen waarin het scenario moet worden beschreven.
- Beschrijf het verloop van het scenario per tijdstap; bepaal daarbij de waarde van de uitwerkingsvariabelen voor zover dit nodig is om het scenario aan de doelstellingen en eventuele toetscriteria te kunnen toetsen.
- Voorzie de beschrijvingen van een fotoalbum en/of illustraties .
- Bepaal of de gevolgen van een scenario (de fysische effecten van de brand of het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, en de optredende letselschade als gevolg daarvan) verder kunnen/ moeten worden gekwantificeerd.
- Verwerk de resultaten van de nadere kwantificering in de scenariobeschrijving en (voor zover van toepassing) het fotoalbum en werk aan de hand hiervan de inzetstrategie, of de mogelijke varianten hierin uit.

a _____ Bepaal tijdstappen

Voor de beschrijving van de scenario's, vanaf het ontstaan van het incident of het ongeval tot en met het herstellen van de doorstroming, kan gebruik worden gemaakt van de volgende tijdstappen (fasen), zie tabel 8.

Nr.	Stap	Omschrijving
0.	Aanloop en verstoring	De gebeurtenissen die leiden tot het incident/ongeval.
10.	Incident	Het feitelijke incident/ongeval, dat leidt tot de verdere gebeurtenissen en gevolgen.
20.	Detectie/melding	Het opmerken van het incident/ongeval door de aanwezigen in de tunnel (afhankelijk van de modaliteit bijvoorbeeld automobilisten, treinpassagiers, machinisten, conducteurs e.d.) of de tunneloperator/verkeersleider, al dan niet door een melding van een detectiesysteem.
30.	Interne hulpverlening	Het nemen van beheersmaatregelen door de interne hulpverleners (afhankelijk van de modaliteit bijvoorbeeld de tunneloperator/verkeersleider, wegenspecteur, machinist, conducteur, trambestuurder e.d.), om de gevolgen van het incident/ongeval te beperken; ook de zelfredding/evacuatie maakt deel uit van de interne hulpverlening.

40.	Externe hulpverlening	De hulpverlening door de hulpverleningsdiensten, zoals de brandweer, GHOR en politie.
50.	Einde scenario	De tunnelbuizen worden weer opengesteld (evt. na opruimings- en onderhoudswerkzaamheden) en de doorstroming van het verkeer wordt hersteld.

Tabel 6. Tijdstappen (fasen) van de uit te werken scenario's

Deze tijdstappen (fasen) kunnen overigens gedeeltelijk gelijktijdig verlopen en moeten dus niet zozeer worden gezien als een zuivere tijdlijn. Het tijdsverloop van het scenario wordt beschreven door bij de belangrijke gebeurtenissen (zoals het incident/ongeval, de detectie door de verkeersleider, de alarmering van de hulpverleningsdiensten, de ontgrendeling van de treindeuren, de vluchtinstructie, de start van de evacuatie, de aankomst van de hulpverleningsdiensten, enz.) het tijdstip te vermelden. Daarbij vindt het incident/ongeval altijd plaats op $t = 0$. De aanloopfase speelt zich dus af op $t < 0$. De gebeurtenissen na het incident/ongeval vinden plaats op $t > 0$, waarbij t naar keuze kan worden uitgedrukt in seconden, minuten of uren.

Indien gewenst kunnen de tijdstappen bij de beschrijving verder worden onderverdeeld, bijvoorbeeld:

- 30 Interne hulpverlening
 - 31 Verkeersmaatregelen
 - 32 Vluchtinstructie
 - 33 Alarmering hulpdiensten
 - 34

b Beschrijf verloop scenario per tijdstap

Het verloop van het scenario wordt bepaald door logische oorzaak-gevolg-relaties (bijvoorbeeld het optreden van letselschade door hitte en rook bij een brand, of het automatisch opstarten van de ventilatie op basis van een signaal van de temperatuurdetectie), maar ook door minder voorspelbare factoren, zoals het menselijk gedrag. Er zullen hoe dan ook aannames moeten worden gedaan bij de beschrijving van het scenario. Zorg er in ieder geval voor dat de aannames ten aanzien van het verloop van het scenario voorstelbaar en representatief zijn, waarbij de voorzieningen en procedures van het tunnelsysteem worden uitgedaagd (bij al te veel optimistische aannames zal dit niet het geval zijn).

Bij de beschrijving van het scenario moet er tevens op worden gelet dat de juiste informatie wordt geleverd om het scenario te kunnen toetsen aan de doelstellingen en eventuele toetsingscriteria. Hiertoe moet (per tijdstap) de waarde worden bepaald van de relevante uitwerkingsvariabelen. Dit zijn variabelen die (al dan niet gezamenlijk) iets zeggen over de prestatie van het tunnelsysteem. Voorbeelden zijn: het aantal aanwezigen in de incidentbuis, de niet-incidentbuis en de vluchtgang van de tunnel, het aantal doden en gewonden, de atmosferische omstandigheden in de incidentbuis, de status van de relevante tunnelvoorzieningen, de status van de hulpverlening door de tunneloperator en de hulpverleningsdiensten, enz.

Het aantal aanwezigen in een **wegtunnel** kan worden ingeschat op basis van de samenstelling van het verkeer (verhouding personenauto's, vrachtauto's en autobussen), de bijbehorende schatting van het gemiddelde aantal inzittenden per voertuigsoort en de verkeerssituatie in de tunnel (file of geen file). Deze gegevens worden ook gebruikt en berekend in de QRA en kunnen derhalve uit de QRA worden ontleend. Invoergegevens zoals verkeersintensiteiten kunnen eenvoudig uit de QRA-rapportage worden gehaald, tussenresultaten zoals het aantal aanwezigen in de tunnel kunnen per scenario worden opgezocht. Hiervoor is in de QRA een module "scenario" opgenomen. Voor een nadere toelichting van het gebruik van deze module wordt verwezen naar de gebruikershandleiding [15]. Toelichting van de gebruikte rekenregels is opgenomen in het achtergronddocument [16].

In een **spoortunnel** is het aantal aanwezigen in de tunnel afhankelijk van het aantal aanwezige trein-, tram- of metrostellen en het aantal reizigers per stel. Het aantal reizigers is afhankelijk van de capaciteit van de stellen en de bezettingsgraad. De grootste dubbeldekkertrein van de NS (treinstel van 320m lang) beschikt bijvoorbeeld over 1.200 zitplaatsen. Een typisch metrostel (tweewagenstel van de Ringlijn te Amsterdam) heeft totaal 132 zitplaatsen en 368 staanplaatsen. Let er daarbij op dat een trein, tram of metro overbezet kan zijn. Dit betekent in de regel dat het aantal "officiële"

staanplaatsen wordt overschreden⁹. De bezettingsgraad van een trein, metro of tram is uiteraard zeer sterk afhankelijk van het tijdstip van de dag (binnen of buiten de spits), maar ook afhankelijk van de weersomstandigheden (de trein naar Zandvoort zal op een mooie zomere zondag overvol zijn) en de evenementen-agenda (Uitmarkt, Koninginnedag, enz.). Deze invloeden spelen natuurlijk ook bij **weg tunnels**, maar bij deze tunnels bepaalt het tijdstip van de dag e.d. meer het aantal voertuigen dan de bezetting van de voertuigen.

Het is belangrijk om de aannames die worden gedaan bij de beschrijving van het scenario expliciet te vermelden. Het kan namelijk blijken dat de aannames kritisch zijn voor het verdere verloop van het ongeval en de te volgen processen en procedures bij de incidentafhandeling. In dat geval kan de aanname nader worden onderzocht en onderbouwd.

c Voorzie de beschrijving van illustraties

Om de beschrijvingen van de scenario's te verduidelijken, kunnen ze worden voorzien van illustraties. Dit kan in de vorm van ondersteunende schetsen, plaatjes en tekeningen of meer gedetailleerde "foto's" van elke tijdstap van het scenario. De foto's vormen tezamen het "fotoalbum" van het scenario, waarin per tijdstap de volgende informatie is weergegeven:

- Een indicatie van de tijdstap (nummer, omschrijving en tijdstip);
- Een beschrijving van de gebeurtenissen in de tijdstap en van de maatregelen die op dat tijdstip zijn genomen door de operator en de hulpdiensten;
- Een grafische weergave van de situatie in de tunnel(buis);
- Een overzicht van de status van het tunnelsysteem in de tijdstap aan de hand van de uitwerkingsvariabelen.

Als voorbeeld zijn in de bijlagen een tweetal scenariobeschrijvingen opgenomen van eerder genoemde scenario's:

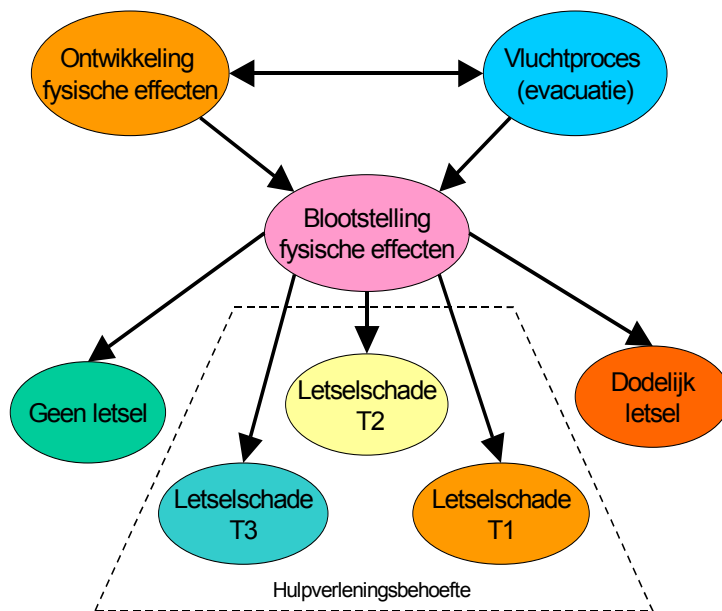
- Vrijkomen toxische vloeistof in oostbuis Tweede Coentunnel, met fotoalbum (zie bijlage 1);
- Treinbrand in tunnel Zuidas (25MW), met illustraties (zie bijlage 2).

d Nadere kwantificering gevolgen

Bepaal of de gevolgen van een scenario (de fysische effecten van de brand of het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, en de optredende letselschade als gevolg daarvan) verder kunnen/ moeten worden gekwantificeerd. In de handleidingen voor de scenarioanalyse zijn ook beschrijvingen gegeven van de beschikbare fysische effectmodellen voor de verspreiding van rook en vrijgekomen gevaarlijke stoffen. Deze modellen zijn ook gebruikt bij de kwantificering van het aantal slachtoffers in de QRA (voor wegtunnels). Daarbij zijn diverse scenario's uitgewerkt die ook in de scenarioanalyse kunnen worden gebruikt. Aannames over de ontwikkeling van de atmosferische omstandigheden in de tunnel (hitte, rook, drukgolf, concentratie toxische stoffen e.d.) en aantallen slachtoffers kunnen voor wegtunnels worden ontleend uit de QRA, met gebruikmaking van de eerder genoemde scenariomodule en het achtergronddocument. Voor spoortunnels zullen hier per scenario nog wel inschattingen en/of berekeningen moeten worden gedaan.

De QRA geeft geen inschatting van het aantal gewonden. Hiervoor zullen inschatting moeten worden gedaan, gebruikmakend van de gegevens over de atmosferische omstandigheden en het aantal berekende doden.

⁹ Dit is de reden waarom bij de scenarioanalyse voor de Zuidas (in de planstudiefase) is uitgegaan van een (overvol) metrostel met totaal 1.000 inzittenden (in plaats van 132 + 368 = 500).



Figuur 5. Relatie tussen ontwikkeling fysische effecten, vluchtproces en letselschade

Over het algemeen zijn nauwkeuriger berekeningen niet nodig voor het uitwerken van de hulpverleningsprocessen en wordt hier in de praktijk ook weinig invulling aan gegeven. In de meeste gevallen wordt volstaan met een inschatting. Hiervoor kunnen ook vuistregels worden gebruikt die een relatie veronderstellen tussen het aantal doden en het aantal T1, T2 en T3 slachtoffers [7].

Los van de vraag “wel of niet verder kwantificeren” is het overigens altijd opvallend hoeveel aandachtspunten er al naar voren komen bij een kwalitatieve analyse van het scenario, bijvoorbeeld ten aanzien van dienstwegen, calamiteitendoorsteken, benodigd materieel door de hulpverleningsdiensten en procedureafspraken. Noteer deze punten, zodat ze kunnen worden meegenomen bij de verdere ontwikkeling van het veiligheidsbeheerplan, het aanvalsplan van de brandweer, het opleidingsplan voor de tunneloperator, enz.

e Uitwerken inzetstrategie

Resultaten van bovenstaande stappen worden verwerkt in de scenariobeschrijving en het fotoalbum. Een verdere uitwerking van de inzetstrategieën hoeft overigens niet in detail in de scenarioanalyse vastgelegd te worden, maar kan ook in de specifieke plannen van de operationele diensten worden uitgewerkt.

4.7 **Stap 6: Toets en beoordeel (en neem zondig verbeteringsmaatregelen)**

Net als voor stap 2 geldt de gewijzigde rol van de scenarioanalyse in het besluitvormingsproces ten aanzien van veiligheid en het moment waarop de scenarioanalyse wordt ingevoerd, er toe leidt dat stap 6 een andere invulling zal krijgen dan nu is uitgewerkt in Handleiding. De scenarioanalyse wordt in de nieuwe wetgeving niet meer als een toetsinstrument gebruikt maar een instrument ter voorbereiding op de calamiteitenbestrijding en moet het bijdragen aan het hiervoor benodigde inzicht in het verloop van calamiteiten/ De invulling van deze stap zal sterk afhangen van de in stap 2 geformuleerde doelen. In deze stap moet worden nagegaan of de scenarioanalyse met voldoende diepgang is uitgevoerd om aan deze doelen te voldoen.

De conclusies en aanbevelingen kunnen vervolgens worden meegenomen bij de verdere uitwerking van het opstellen van het veiligheidsbeheersplan en het calamiteitenplan van de tunnel, het aanvalsplan van de brandweer, het opleidingsplan van het tunnelpersoneel, enz.

5. Conclusie en nabeschuiving

Met de totstandkoming van de leidraden is de gestandaardiseerde methodiek voor een scenarioanalyse een feit. De scenarioanalyse heeft zijn nut als "counterpart" van de QRA inmiddels ook in de praktijk ruimschoots bewezen bij een groot aantal tunnelprojecten.

De kracht c.q. de succesfactor van de scenarioanalyse, die als rode draad bij al deze projecten optreedt, blijkt vooral te zijn dat de belanghebbende partijen op een gestructureerde en concrete manier met elkaar in dialoog gaan over de veiligheid van een tunnel, de mogelijke risico's en hoe hier door de tunnelbeheerorganisatie en de hulpverleningsdiensten nog op kan worden ingegrepen. Dit heeft bij alle partijen tot veel inzicht in het verloop van ongevallen in tunnels opgeleverd en daarbij een bijdrage geleverd aan de voorbereiding op calamiteiten. De gewijzigde rol en het moment waarop de scenarioanalyse wordt uitgevoerd, zal hier hopelijk verder in bijdrage, doordat de focus in de discussie nu weggenomen is bij het ontwerp en nut en noodzaak van aanvullende veiligheidsvoorzieningen, maar zich juist richt op de daadwerkelijke voorbereiding op mogelijke calamiteiten..

Literatuuroverzicht

1. D. de Weger, A. van Waterschoot, S.N. Jonkman, A. de Roos, B.A. van den Horn, C. van der Vliet, Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in Tunnels, deel 1: Wegtunnels, COB, mei 2004. Te downloaden van www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid.
2. N. Lundgren, E.G. Schermer, E. Luijt, V.A.M. Ottenhof, H.H. Snel e.a., Leidraad Scenarioanalyse Ongevallen in Tunnels, deel 2: Spoor-, tram, metrotunnels en overkappingen, COB, juni 2006. Te downloaden van www.commissietunnelveiligheid.nl.
3. A.J. Arbouw, G. Arends, N. Rosmuller, P. van der Torn e.a., Handreiking Risicoanalyse Tunnelveiligheid, Methodieken, Modellen en Veiligheidscriteria voor Kwantitatieve Risicoanalyse en Scenarioanalyse, ministerie V&W, Directoraat Generaal Transport en Luchtvaart (DGTL), 1 september 2006. Te downloaden van www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid.
4. C.J.H. van den Bosch, R.A.P.M. Weterings e.a. (TNO), PGS2, Methods for the Calculation of Physical Effects ("Gele Boek"), ministeries van VROM, BZK, SZW en V&W, 2005. Te downloaden van www.pgs-richtlijnen.nl.
5. PGS1, Methoden voor het Bepalen van Mogelijke Schade, Aan Mensen en Goederen door het Vrijkomen van Gevaarlijke Stoffen ("Groene boek"), ministeries van VROM, BZK, SZW en V&W, 2005. Te downloaden van www.pgs-richtlijnen.nl.
6. F. Kootstra en M. Molag, Toepasbaarheid Fysische Effectmodellen t.b.v. Ongevalsscenario's in Tunnels, TNO, oktober 2003. Te downloaden van www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid.
7. A.C.J.M. van Dijke e.a. (AVD, SAVE, Nibra en NivU), Leidraad Operationele Prestaties, versie 4.0, ministerie van BZK, 20 augustus 2001. Te downloaden van www.regionaalcrisisplan.nl.
8. P. Bockholts, Model voor de Berekening van de Ontruimingstijd in Wegtunnels. De Ruitjespapiermethode, Rijkswaterstaat Bouwdienst, Steunpunt Tunnelveiligheid, 10 april 2006. Te downloaden van www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid.
9. Ventilatie van Autotunnels, KIVI, Den Haag, juli 1991.
10. PGS3, Guidelines for Quantitative Risk Assessment ("Paarse Boek"), ministeries van VROM, BZK, SZW en V&W, 2005. Te downloaden van www.pgs-richtlijnen.nl.
11. M. Molag, A. Ragetlie, L.P. Sluijs en T. Wiersma (TNO-MEP), Conceptueel Risicoanalysemodel voor Transport door Tunnels, COB, april 1998.
12. R.W. Mante, Scenarioanalyse Capaciteitsuitbreiding Coentunnel, Veiligheidsstudie in het kader van het Programma van Eisen en het Voorontwerp, Grontmij, 25 april 2005.
13. P.C. Floor, Scenarioanalyse Zuidas, Scenarioanalyse Zuidas, Grontmij, 2006.
14. I.J.M. Trijssenaar-Buhre, I.M.E. Raben, T. Wiersma en S.I. Wijnant, Self-rescue in quantitative risk analysis, TNO, 2007. Te downloaden van www.tno.nl
15. Gebruikershandleiding QRA-tunnels 2.0, 2 februari 2012, www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid
16. Achtergronddocument QRA-tunnels, 2 februari 2012, www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/veiligheid/steunpunt_tunnelveiligheid

Overige downloads

1. Consolidated Fire and Smoke Transport Model (CFAST). Zonemodel voor de voorspelling van de effecten van een brand (temperatuur, gasconcentraties en rooklaaghoogtes). Te downloaden van <http://www.bfrl.nist.gov/866/fmabbs.html> .
2. Fire Dynamics Simulator (FDS). CFD-model voor de voorspelling van rook- en luchtbewegingen, ten gevolge van brand, wind, mechanische ventilatie, enz. Te downloaden van <http://www.bfrl.nist.gov/866/fmabbs.html> .

BIJLAGE 1: Voorbeeld uitwerking scenario vrijkomen toxische vloeistof in oostbuis Tweede Coentunnel [12]

Stap 0: Aanloop en verstoring

In de avondspits rijdt een tankauto (inhoud: 25 ton) met acrylnitril (UN-nr. 1093, gevarenklasse 3, bijkomend risico 6.1, verpakkingsgroep I) op de rechter rijstrook de oostbuis van de Tweede Coentunnel in, richting A10-noord/A8. De chauffeur is oververmoeid en de tankauto zwalkt in het opgaande gedeelte van de tunnel onverwachts de linker rijstrook op.

Stap 10: Incident

De bestuurder van een achterop komende vrachtauto let niet op en botst met redelijk grote snelheid op de tankauto (t = 0). De tankauto raakt lek, zodat de giftige vloeistof met een continue stroom uitstroomt (circa 24,8 kg/s). Er ontstaat een plas van circa 152m² op het wegdek, van waaruit verdamping van de stof plaatsvindt (0,2827 kg/s). De ongevalvoertuigen blokkeren de rechter rijstrook en de middelste rijstrook in de tunnelbuis, op een afstand circa 200m voor het einde van het gesloten tunneldeel. De linker rijstrook en de vluchtstrook zijn nog vrij. De bestuurders van de ongevalvoertuigen zijn gewond en beknelde (er zijn geen verdere inzittenden). Achter het ongeval ontstaat een file, voor het ongeval rijdt het verkeer ongestoord de tunnel uit. Doordat het ongeval in het opgaande gedeelte van de tunnel plaatsvindt, stroomt de vloeistofplas richting de file achter het ongeval.

Stap 20: Detectie/melding

De file achter het incident activeert het SOS-systeem (t = 10s). Op de camerabeelden van het CCTV-systeem, die vervolgens automatisch opkomen, kan de operator de botsing waarnemen (t = 40s).

Stap 30: Interne hulpverlening

Omdat hij uit de beelden kan opmaken dat het een ernstig ongeval betreft met mogelijk zware gewonden, drukt de operator op de calamiteitenknop (CK) (t = 50s), waardoor o.a. de beide buizen (nr. 4 en nr. 3) van de Tweede Coentunnel worden afgesloten en de ventilatie wordt gestart (t = 70s). Tevens stelt de operator een omleidingroute in, met behulp van de verkeerssignalering en de Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's) op de toeleidende wegen van de tunnel.

(Opmerking: het inschakelen van de ventilatie is in dit geval gunstig voor de aanwezigen in de tunnel; de verdamping van de toxische vloeistof neemt bij een hogere luchtsnelheid weliswaar toe, maar dit wordt meer dan gecompenseerd door de verdunning van de stof in de lucht; de resulterende concentratie neemt dus af naarmate de ventilatiesnelheid toeneemt).

Circa 38 seconden na het afsluiten van de tunnel is de parallelbuis verkeersvrij (t = 108s).

Er is geen brand ontstaan, dus de noodzaak tot evacuatie is niet direct duidelijk, ook niet voor de aanwezigen in de tunnel. Als de operator met de camera's nader inzoomt op het ongeval, kan hij de oranje herkenningsborden gevaarlijke stoffen lezen die achter op de tankwagen zijn aangebracht, namelijk het identificatienummer van het gevaar ("3") en het identificatienummer van de stof ("1093"). Hij herkent daarom dat het hier om een tankwagen met gevaarlijke stoffen gaat en drukt onmiddellijk op de evacuatieknop (EK) (t = 120s).

Door het indrukken van de EK wordt met vooraf opgenomen boodschappen een vluchtinstructie gegeven aan de aanwezigen in de ongevalbuis, via het luidsprekersysteem en HF-systeem ("inbreken" op de autoradio van de voertuigen in de tunnel). Door het indrukken van de EK worden tevens de evacuatieverlichting en contourverlichting rondom de vluchtdeuren ingeschakeld, om de aanwezigen naar de vluchtdeuren te geleiden.

Intussen hebben enkele voertuigen uit de file achter het ongeval de gebotste tankwagen en vrachtauto gepasseerd via de linker rijstrook en de vluchtstrook. Enkele inzittenden van de voertuigen vlak achter het ongeval zijn uitgestapt om hulp te bieden aan de chauffeurs van de tankwagen en de vrachtauto. Zij slagen er echter niet in de beknelde bestuurders te bevrijden, mede omdat zij last krijgen van geïrriteerde ogen en luchtwegen en van duizeligheid en hoofdpijn.

De acrylnitril-dampen worden door de luchtstroming in de tunnel in de rijrichting meegevoerd, eerst door de luchtstroming die wordt opgewekt door het verkeer, later door de ingeschakelde ventilatie. Daarbij treden alleen in de directe nabijheid van de vloeistofplas letale concentraties op (alleen benedenwinds van de plas, tot op een afstand van circa 10m). Het verkeer benedenstrooms van het ongeval kan daarom veilig de tunnel verlaten. Ook het verkeer dat langs het ongeval rijdt wordt te kort aan schadelijke concentraties blootgesteld om dodelijk letsel op te lopen. Dit geldt ook voor de aanwezigen bovenstrooms van het ongeval. Echter, de mensen die zich in de vloeistofplas bevinden worden bedwelmd en komen te overlijden. In totaal zijn er 8 dodelijke slachtoffers te betreuen (aanname), inclusief de beknelde bestuurders van de tankwagen en de vrachtauto en een tweetal personen die hebben geprobeerd de betreffende bestuurders te helpen.

(Aandachtspunt: buiten de tunnel staat een file voor de slagboom van de parallelbuis; er zullen in deze file, alsmede in de omgeving van de weg, geen dodelijke slachtoffers vallen, de concentratie acrylnitril die uit de ongevalsbuis nr. 4 wordt geblazen is hiervoor te laag en de blootstellingsduur is hiervoor te kort; bovendien vindt verdere verdunning in de buitenlucht plaats; er zouden eventueel wel irritaties van de ogen en de luchtwegen e.d. kunnen optreden; daarom wordt geadviseerd om de slagboom op veilige afstand van de tunnelmond/-uitgang te positioneren, bijvoorbeeld op een afstand van tenminste 100m; dit is overigens ook gunstig bij de brandscenario's, vanwege de rook).

Ongeveer 30 seconden na de vluchtinstructie van de operator zijn alle aanwezigen in de tunnel op de vlucht geslagen, voor zover men daar nog toe in staat is ($t = 150s$). Men vlucht naar de dichtstbijzijnde vluchtdeur, om zich vervolgens in de veilige ruimte in het middentunnelkanaal te begeven (vluchtgang).

Intussen heeft de operator de volgende interne en externe hulpdiensten gealarmeerd, via directe lijnen ($t = 170s$):

- de brandweer Amsterdam en omstreken, via de Regionale AlarmCentrale (RAC);
- de regiopolitie Amsterdam-Amstelland, via de meldkamer;
- de ambulancedienst/GHOR, via de Centrale Post Ambulance (CPA);
- de RWS-weginspecteur.

(Aandachtspunt: de operator dient aan hulpdiensten te melden dat hij vermoedt dat er gevaarlijke stoffen betrokken zijn en kan zo mogelijk de informatie op de borden doormelden)

De politie alarmeert de berger ($t = 4$ minuten), waarmee een contract is gesloten in het kader van incident management (zie paragraaf 3.9 van het calamiteitenplan). De dichtstbijzijnde vrije surveillancewagen van de politie begeeft zich naar het ongeval (de aanrijdtijd kan variëren tussen 1 minuut en 15 minuten, er is geen vaste aanrijdroute; er wordt hier uitgegaan van 10 minuten).

De brandweer rukt tweezijdig uit, vanuit een kazerne aan de noordzijde en aan de zuidzijde van de tunnel.

De ambulancedienst/GHOR rukt uit vanuit de dichtstbijzijnde ambulancepost.

Stap 40: Externe hulpverlening

Omdat er chemische pakken nodig zijn en er specialistisch personeel moet worden ingezet, duurt het uitrukken van de brandweer langer dan bij brandscenario's. De politie, de eerste ambulance, de opzichter B&V en het rayonhoofd arriveren daarom als eerste bij de tunnel (aannee circa 10 minuten na de oproep, dus rond $t = 13$ minuten). Zij melden hun komst bij de operator.

De ambulancedienst vangt de vluchtende mensen met ademhalingsmoeilijkheden, oogletsel en huidirritaties op en behandelt ze op een locatie buiten de tunnel. De eerste hulp bestaat uit het verwijderen van de besmette kleren, het langdurig spoelen van de huid en de ogen en het beademen van de slachtoffers. Na de eerste hulp worden de ernstig gewonde slachtoffers afgevoerd met een ambulance. Omdat er sprake is van meerdere ernstig gewonde slachtoffers (aannee: in totaal 3 personen) bestelt de ambulancedienst nog een extra ambulance.

(Aandachtspunt: over welke persoonlijke beschermingsmiddelen en hulpverleningsmiddelen dienen de hulpverleners van de ambulancedienst te beschikken om veilig hulp te kunnen verlenen aan de slachtoffers?)

Ongeveer 30 minuten na de oproep (t = 33 minuten) arriveert ook de brandweer aan de noordzijde respectievelijk de zuidzijde van de tunnel, elke ploeg met een tankautospuit (TAS). Elke ploeg beschikt bovendien over 4 chemische pakken, zodat in totaal 3 teams van 2 personen kunnen worden ingezet en daarbij nog eens 1 team van 2 personen stand-by kan blijven. Men meldt zich bij de operator.

De brandweerploeg aan de zuidzijde arriveert via de dienstweg direct rechts naast de rijbaan naar de ongevalbuis, die aansluit op de vluchtstrook van de betreffende rijbaan. Om veiligheidsredenen betreedt men de tunnel niet via de ongevalbuis, maar via de parallelbuis, die verkeersvrij is gemaakt (men rijdt met de rijrichting mee).

De brandweerploeg aan de noordzijde arriveert via de dienstweg aan de oostzijde van de Tweede Coentunnel, die loopt via het wrakkenterrein en die uitkomt op de vluchtstrook van de rijbaan in het verlengde van de ongevalbuis. Na toestemming van de reeds aanwezige politie bereikt men via een doorsteek de rijbaan in het verlengde van parallelbuis en betreedt men de betreffende buis (tegen de rijrichting in).

De operator meldt het nummer van de vluchtdeuren ter hoogte van het ongeval (lees: de betreffende deur in de ondersteunende (niet-calamiteiten)buis en de corresponderende deur in de ongevalbuis) en zorgt ervoor dat de deuren worden ontgrendeld (in de richting vanuit het middentunnelkanaal naar de tunnelbuizen; in de andere richting zijn de deuren in de normale toestand reeds ontgrendeld).

Nadat men zich in de chemische pakken met ademhalingsapparatuur heeft gehuld, betreedt het eerste team van 2 personen via de vluchtdeuren in het middentunnelkanaal de ongevalbuis, ten behoeve van een verkenning (t = 36 minuten). Omdat er wordt geventileerd betreedt men de buis bovenwinds van de brand, c.q. in de dampvrije zone.

In algemene zin zijn de repressiemogelijkheden bij dit ongeval redelijk beperkt. De te nemen maatregelen zijn in principe:

- zorgen voor voldoende ventilatie (is reeds in voorzien);
- trachten het lek in tank te dichten;
- het beperken van de verdamping uit de vloeistofplas, door het aanbrengen van zand, een ander inert materiaal of schuim op de plas;
- schoonspuiten wegdek met water.

Na een verkenning constateert de brandweerploeg dat er geen vloeistof meer uit de tankwagen stroomt. Onder het gat in de tank bevindt zich echter nog een laag vloeistof, waardoor er nog acrylnitril-dampen uit de tank ontsnappen.

Men constateert bovendien dat de vloeistofplas reeds is weggestroomd via de goot/riolering (naar de waterkelder c.q. middenkelder). Er bevinden zich nog slechts enkele vloeistofresten op het wegdek.

Bovendien constateert men dat 8 mensen ter plaatse van de vloeistofplas in de tunnel zijn achtergebleven en zeer waarschijnlijk zijn overleden. Daarbij stelt men vast dat de bestuurders van de 2 ongevalsvoertuigen beknelde zijn.

Men besluit allereerst de 6 niet beknelde personen uit hun voertuig en/of uit de (resten van) de vloeistofplas te halen, om verdere letselschade te beperken. Daartoe wordt de hulp ingeroepen van het tweede team van 2 personen, dat in de parallelbuis al klaar staat (t = 41 min.). Bovendien roept men nog 2 extra brandweerploegen op, omdat de bevrijding van de beknelde bestuurders enige tijd en inspanning zal vergen (eveneens t = 41 min.).

Na 10 minuten (t = 51 min.) heeft men alle 6 personen naar een plaats op een relatief veilige afstand bovenwinds van de vloeistofplas gedragen. De brandweer geeft vervolgens toestemming aan de ambulancedienst om de ongevalbuis te betreden (via een nabij gelegen vluchtdeur) om de slachtoffers te onderzoeken. De betreffende personen blijken inderdaad te zijn overleden.

(Aandachtspunt: onderzoekt de ambulancedienst de slachtoffers inderdaad in de ongevalbuis, of moeten deze door de brandweer naar de parallelbuis worden gebracht?)

Omdat gebruik wordt gemaakt van ademhalingsapparatuur, kunnen de brandweerploegen maximaal 15 minuten worden ingezet, en moeten zij daarna worden vervangen door een andere ploeg. De eerste ploeg moet daarom rond $t = 51$ min. de ongevalbuis weer verlaten, min of meer direct na het verplaatsen van de slachtoffers. De tweede ploeg kan nog enkele minuten blijven om het werk over te dragen aan de derde ploeg van 2 mensen, die de ongevalbuis betreedt (eveneens rond $t = 51$ min.).

Omdat het bevrijden van de 2 beknelde bestuurders relatief veel tijd kost (tenminste 2×30 minuten) besluit men zich nu eerst te richten op het veilig maken van de atmosfeer in de tunnel, om verdere letselschade zoveel mogelijk te beperken. De derde ploeg houdt zich derhalve bezig met het afdichten van het lek in de tankwagen. Na 15 minuten ($t = 66$ min.) is het gat dampdicht.

(Aandachtspunt: hoe wordt het lek afgedicht?)

De derde ploeg wordt daarna afgelost door de vierde ploeg, die de resten van de vloeistofplas in 15 minuten afdekt met een schuimlaag (gereed op $t = 81$ min.).

(Aandachtspunt: waar komt het gebruikte schuim vandaan; neemt de brandweer dit mee of wordt gebruik gemaakt van de schuimblussers in de hulpposten, die primair bedoeld zijn voor gebruik door de weggebruikers; wellicht is het in dit geval beter het wegdek schoon te spuiten, aangezien nog slechts sprake is van vloeistofresten op het wegdek?)

(Aandachtspunt: is de situatie na het afdichten van het lek in de tankwagen en het aanbrengen van de schuimlaag op de resten van de vloeistofplas (dan wel het schoonspuiten van het wegdek) veilig genoeg om de ongevalbuis zonder chemische pakken te betreden? Zo nee, dan zijn meer teams met chemische pakken nodig om de beknelde bestuurders te bevrijden en/of het wegdek verder te reinigen).

De 2 extra opgeroepen brandweerploegen (elk 6 personen, c.q. de bemanning van een tankautospuit) zijn intussen gearriveerd, circa 30 minuten na de oproep ($t = 71$ min.). Zij betreden de parallelbuis aan de zuidzijde, met de rijrichting mee.

Op $t = 81$ min. betreedt men de ongevalbuis via het middentunnelkanaal. Na 30 minuten hebben de 2 ploegen de 2 beknelde bestuurders bevrijd ($t = 111$ min.).

De brandweer draagt de leiding van de hulpverlening over aan de politie.

Omdat er doden zijn gevallen stelt de politie een onderzoek in, waarbij de situatie in de tunnel wordt vastgelegd (beschrijvingen, foto's, video's e.d.). Dit neemt enkele uren in beslag (gereed op $t = 6$ uur).

Intussen voert de RWS-weginspecteur een korte bouwkundige inspectie uit van de parallelbuis. Hij constateert geen schade (en gezien de aard van het ongeval verwachtte men die ook niet). De operator en de technisch beheerder van de verkeerscentrale testen de installaties van de parallelbuis. Deze blijken nog naar behoren te functioneren.

Na overleg met de politie (en het vertrek van enkele nog aanwezige voertuigen van hulpdiensten en andere betrokkenen) kan de parallelbuis derhalve weer worden opengesteld voor het verkeer ($t = 5$ uur).

Stap 50: Einde scenario

De ongevalbuis blijft nog circa 3 dagen gesloten, ten behoeve van:

- Het schoonmaken en opruimen van het wegdek;
- Het bergen van de doden;
- Het bergen van de voertuigen (o.a. de lekke tankwagen!);
- Het inspecteren en repareren van de tunnel (wegdek, voegconstructies, hittewerende bekleding, tunneltechnische installaties e.d.);
- Het testen van de tunneltechnische installaties;
- Het via de tankautoaansluiting afvoeren van de opgevangen acrylnitril in de middenpompkelder.

Fotoalbum

Zie volgende pagina's.

Conclusie

- Inschatting letselschade: 8 doden en 10 gewonden, waarvan 3 ernstig (triageklasse T1).
- Inschatting materiële schade tunnel: omdat acrylnitril rubbers kan aantasten is een plaatselijke beschadiging van voegdrubbers, installaties e.d. mogelijk.
- Inschatting totale tijdsduur scenario (begin incident tot weer volledig openstellen tunnel): circa 3 dagen (inclusief inspectie en herstel van de ongevalbuis); de parallelbuis zal eerder weer kunnen worden opengesteld, namelijk circa 5 uur na het incident.

Scenario nr. 6: Lekken toxische vloeistof (acrylnitril) in oostbuis Tweede Coentunnel (buis nr. 4)

Stap	Naam	Tijdstip	Overzicht
0	Aanloop/ verstoring	< 0	
10	Incident	0	
20	Detectie/ melding	40s	
30	Start interne hulpverlening	50s	
31	Zelfredding	150s	
40	Start externe hulpverlening	13 min.	
41	Externe hulpverlening: bevrijden en stabiliseren slachtoffers	41 min.	
50	Einde scenario	3 dagen	

Populatie							Atmosfeer			Voorzieningen							Operator		Hulpverlening	
Voertuigen in incidentbuis	Voertuigen in niet-incidentbuis	Personen in incidentbuis	Personen in vluchtbuis	Personen overleden	Personen gewond		Ventilatie incidentbuis	Ventilatie middenkanaal	Licht	Vluchdeuren richting middentunnelkanaal	Vluchdeuren richting tunnelbuizen	Hulppost	Rijbaan incidentbuis	Rijbaan niet-incidentbuis	Blusleiding	Snelheidsonderschreitings-systeem (SOS)	Detectie openen vluchtdoer			
70	45	115	0	0	0		Normaal	Uit	Uit	Normaal	Vergr.	Vergr.	-	Open	Open	-	-	-	-	-
70	45	115	0	0	2	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en directe nabijheid	Uit	Uit	Normaal	Vergr.	Vergr.	-	Open	Open	-	-	-	-	-	-
80	45	132	2	0	2	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en directe nabijheid	Uit	Uit	Normaal	Ontgr.	Vergr.	-	Open	Open	-	Melding	-	Ontvangt melding stilstand (SOS-systeem)	-	-
100	45	165	3	0	4	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en directe nabijheid	Uit	Uit	Normaal	Ontgr.	Vergr.	-	Afgesloten	Afgesloten	Onder druk	Meldingen	-	Drukt CK (t = 50s) in; herkent herkenningsbord en acrylnitril en drukt EK in (t = 120s)	-	-
140	0	151	80	0	7	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en tot een afstand van 10m benedenwinds van de plas	Aan	Aan	100%	Ontgr.	Vergr.	-	Afgesloten	Afgesloten	Onder druk	-	Meldingen	Alarmeert brandweer, politie, ambulancedienst en RWS-weginspecteur; volgt evacuatieproces	Politie alarmeert berger	
140	0	8	0	8	10	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en tot een afstand van 10m benedenwinds van de plas	Aan	Aan	100%	Ontgr.	Ontgr.	-	Afgesloten	Afgesloten	Onder druk	-	-	Communiqueert met politie e.d.; opent slagbomen voor politie e.d.	Politie en RWS-weginspecteur melden zich bij operator en rijden parallelbuis in.	
140	0	8	0	8	10	Letaal ter plaatse van de vloeistofplas en tot een afstand van 10m benedenwinds van de plas	Aan	Aan	100%	Ontgr.	Ontgr.	-	Afgesloten	Afgesloten	Onder druk	-	-	Communiqueert met hulpdiensten	Brandweer (gearriveerd op t = 33 min. met chemische pakken) heeft verkenning uitgevoerd en begint met verplaatsen slachtoffers uit plas	
-	-	-	-	-	-	Normaal	Uit	Uit	Normaal	Ontgr.	Vergr.	-	Weer open gesteld	Open (vanaf t = 5 uur)	-	-	-	-	Politieonderzoek; berging doden en voertuigen; RWS-weginspecteur inspectie, reiniging en reparatie (wegdek, voegconstructies, installaties e.d.) en testen TTI in ongevalbuis	

Voorbeeld uitwerking scenario treinbrand in tunnel Zuidas (25MW) [13]¹⁰

Stap 0: Aanloop en verstoring

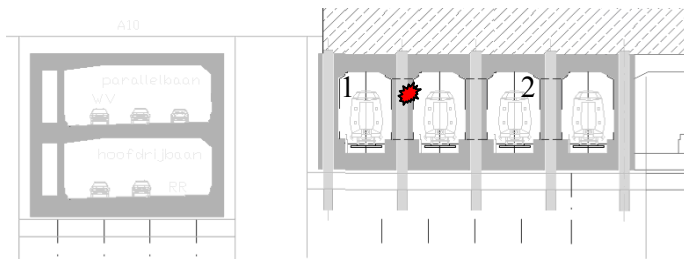
Een overvolle dubbeldeksrein is in de ochtendspits onderweg naar de OV-terminal Zuidas. In de trein bevinden zich ongeveer 1.500 reizigers.



Figuur: Situatieschets zij aanzicht

Stap 10: Incident

Ten gevolge van een technisch mankement breekt er een zich snel ontwikkelende brand uit ter hoogte van het voorste balkon van het derde rijtuig. Omdat de brand begint in de technische ruimte van de trein is er in eerste instantie nog niets zichtbaar.



Figuur: Situatieschets doorsnede

Stap 20: Detectie/Melding

Kort na het begin van de brand vallen de motor en het elektrische systeem van de trein uit, waarna de trein op een afstand van 250m van het station in de tunnel tot stilstand komt. De ventilatie in de trein is uitgevallen en de verlichting is omgeschakeld op noodstroom. Onmiddellijk na het uitvallen van de elektriciteit gaat de conducteur, die zich achterin in de bestuurscabine bevindt, op onderzoek uit naar de oorzaak van de storing. De machinist meldt intussen aan de treindienstleider dat er sprake is van een storing. Hierop wordt nog geen actie ondernomen. Na enige tijd detecteert de conducteur de brand en meldt dit via de portofoon aan de machinist. Deze besluit tot evacuatie over te gaan.

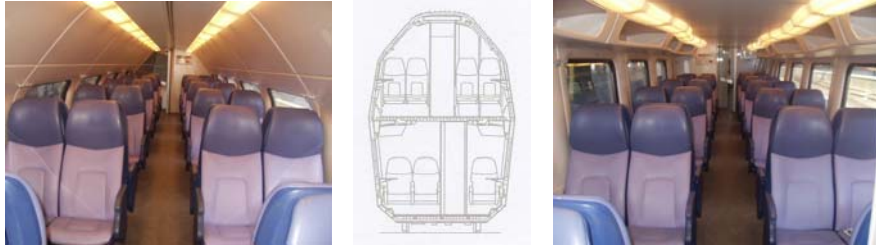
Stap 30: Interne hulpverlening

De machinist meldt de brand en de aanstaande evacuatie aan de treindienstleider en informeert/instrueert de reizigers via de intercom en ontgrendelt hij de deuren van de rijtuigen aan de zijde van het looppad, om evacuatie mogelijk te maken. Besloten wordt om de trein te evacueren in twee delen naar tegengestelde richtingen.¹¹ De brand is inmiddels gegroeid en er zijn vlammen en rook op het balkon van het derde rijtuig. De uitgang ter plaatse kan dus niet gebruikt worden voor evacuatie. Doordat er in de dubbeldekker treinstellen geen rookdichte afscheiding zit tussen het balkon en de coupé dringt de rook de bovenste verdieping van het tweede rijtuig binnen. Vanwege de krappe ruimte en de smalle trap lukt het een aantal passagiers niet meer deze coupé op tijd te verlaten. Zij komen om ten gevolge van de rookgassen (aanname). Bovendien lopen veel mensen in deze coupé rookvergiftiging op.¹²

¹⁰ N.B.: deze scenariobeschrijving is op punten aangepast ten opzichte van [13], naar aanleiding van opmerkingen ter verbetering van ProRail, waarvoor dank.

¹¹ Dit betekent dat de mensen via de parallelbuis vluchten naar de dichtstbijzijnde veilige locatie (buiten of de OV-terminal).

¹² Er is aangenomen dat de ontruiming van de trein 10 minuten duurt; in het brandende treinstel is echter een deur minder beschikbaar waardoor minder snel uitgestapt kan worden. Bovendien worden de reizigers bovenin het rijtuig gehinderd door de rook.



Figuur: overzicht rijtuig dubbeldekkermaterieel

Na het ontvangen van de brandmelding van de machinist zet de treindienstleider de tunnel in de calamiteitenstand. Hierdoor wordt de verlichting van de vluchtroute ingeschakeld en worden de toeleidende seinen voor de calamiteitenbuis en parallelbuis op rood gezet. De tussendeuren zijn standaard ontgrendeld¹³, hierdoor kunnen de reizigers via het vluchtpad in de parallelbuis relatief rookvrij verder vluchten. Circa 40 seconden (aannahme) na het afsluiten van de parallelbuis is deze leeg en worden de tussendeuren geopend. Hierdoor kunnen de reizigers via het vluchtpad in de parallelbuis rookvrij verder vluchten¹⁴.

Hierna meldt de treindienstleider de calamiteit aan:

- de centrale meldkamer van de KLPD;
- Backoffice.

Backoffice alarmeert vervolgens de Algemeen Leider. Vanuit de meldkamer van de KLPD worden de hulpdiensten geactiveerd.

Het ongeval wordt door de calamiteitenorganisatie van ProRail Railverkeersleiding ingeschaald als een scenario B2 calamiteit (brand in trein). Volgens dit scenario is de prognosetijd voor het herstel van de verkeersfunctie 4 tot 8 uur.¹⁵

De brandweer rukt tweezijdig uit vanuit een kazerne aan de oostzijde respectievelijk westzijde van de tunnel, beide eenheden met twee TAS'en. Ook wordt een officier van dienst naar het ongeval gestuurd. De ambulancedienst rukt uit vanuit de dichtstbijzijnde ambulancepost.

Stap 40: Externe hulpverlening

Zodra de melding van de calamiteit binnenkomt wordt de coördinatie ter plaatse ter hand genomen door de op de OVT aanwezige agenten van de KLPD Spoorwepolitie Amsterdam.¹⁶

Ongeveer 7 minuten na de oproep arriveert de brandweer bij de terminal¹⁷ respectievelijk de oostzijde van de tunnel¹⁸, elk team met een tankautospuit (TAS). De brandweer meldt zich bij de Spoorwepolitie, neemt de leiding over en geeft opdracht om de OV-terminal te ontruimen.^{19, 20}

¹³ Er is wel het risico dat er nog een trein door de parallelbuis rijdt terwijl er al vluchtenden in lopen.

¹⁴ Hoewel zich tussen de vluchtende passagiers en de brand een tussenwand en deuren bevinden, is het mogelijk dat er wanneer deze deuren geopend zijn, omdat er mensen vluchten, rook van de calamiteitenbuis de vluchtbuis in stroomt.

¹⁵ Bron: Calamiteitenplan Rail, ProRail

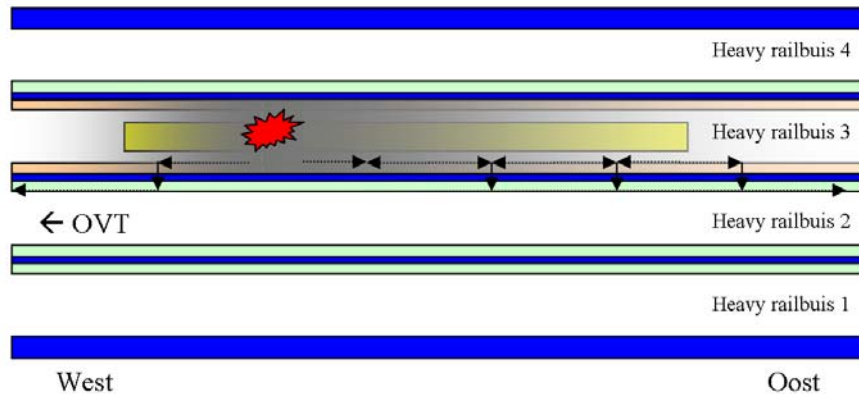
¹⁶ Is het reëel aan te nemen dat er agenten van de spoorwepolitie aanwezig zijn op de terminal?

¹⁷ Op het moment dat de brandweer arriveert, is de ontruiming van de terminal halverwege → conflicterende stromen.

¹⁸ In het ontwerp moet aandacht besteed worden aan de bereikbaarheid van de spoortunnels voor hulpdiensten.

¹⁹ Opmerking ProRail: het is waarschijnlijker dat de ontruiming reeds in een veel eerder stadium is geïnitieerd door het automatisch in werking stellen van de ontruimingsinstallatie van de OVT, bij het in de calamiteitenstand zetten van de tunnel door de treindienstleider.

²⁰ Wie gaat er alternatief vervoer regelen? Doordat de OVT ontruimd wordt zal ook de metro stilgelegd worden. Hoe verloopt de communicatie met het GVB?



Figuur: Situatieschets bovenaanzicht

De evacuatie van de trein is inmiddels in volle gang. De rook belemmert echter het zicht in de tunnel, waardoor de evacuatie moeilijk verloopt. Doordat er geen sprake is van ventilatie in de tunnel trekt de rook langzaam omhoog met de rijrichting mee. Ongeveer 10 minuten na de start van de evacuatie hebben de reizigers de treinstellen verlaten.

Ongeveer een kwartier na start van de evacuatie zijn alle reizigers uit de achterste twee rijtuigen in de OV-terminal aangekomen. De OV-terminal wordt op dat moment nog ontruimd. Buiten de terminal worden de reizigers opgevangen door ambulancepersoneel wat inmiddels ook bij de terminal is gearriveerd.²¹

Na zich in beschermende pakken met ademhalingsapparatuur te hebben gehuld betreedt de eenheid "west" via de terminal de spoortunnel ten behoeve van een verkenning. De brand wordt benaderd via het vluchtpad in de parallelbuis. Na een korte verkenning constateert de brandweer dat er geen mensen in de vluchttunnel zijn achtergebleven en dat de brand inmiddels is uitgegroeid tot volle sterkte.

Om een eventueel risico op elektrocutie uit te sluiten, haalt de brandweer in overleg met de treindienstleider de spanning van de bovenleiding, door bediening van de aardingschakelaars.²²

Er wordt besloten de brand vanaf de OVT-zijde te bestrijden, dit in verband met de rook die voornamelijk richting de oostzijde stroomt.

De brandweer aan de oostzijde assisteert bij de opvang van de vluchtende reizigers totdat de politie en ambulance zijn gearriveerd. Hierna begeeft de brandweer zich, na overleg met de brandweer aan de westkant richting de terminal om daar te helpen met blussen.

Bij het blussen wordt gebruik gemaakt van ademhalingsapparatuur. Hierdoor kunnen de brandweerlieden maximaal 15 minuten worden ingezet, en moeten zij daarna worden vervangen door andere ploegen. Na ongeveer een uur blussen (4 ploegwisselingen) is de brand geblust en constateert de brandweer dat er enkele mensen in de trein zijn achtergebleven en overleden.

Nadat geconstateerd is dat de tunnel veilig betreden kan worden draagt de brandweer het bevel van de hulpverlening weer over aan de spoorwegpolitie²³.

Na enkele uren (aanneme) wordt het treinverkeer in de parallelbuis en de metroverkeer weer hervat. De ongevalbuis blijft afgesloten voor onderzoek, berging van de slachtoffers en herstelwerkzaamheden.

²¹ Is het een optie om, vanwege het feit dat er nog geen rook in de terminal staat en er wel gewonden uit de brandende trein te verwachten zijn aan te raden dat hulpdiensten al in de terminal de reizigers uit de trein opvangen?

²² Aandachtspunt: de treindienstleider dient hierbij te voorkomen dat er treinen in de tunnels achterblijven.

²³ Wie constateert dat de tunnel weer veilig is? Doordat er geen sprake is van ventilatie zal het nog enige tijd duren voordat de tunnel weer vrij is van alle tijdens de brand vrijgekomen giftige gassen.

Stap 50: Einde scenario

Op de plaats van het ongeval wordt na het voltooiën van de reddings- en bestrijdingfase onderzoek ter plaatse uitgevoerd door ondermeer vertegenwoordigers van de Inspectie Verkeer en Waterstaat, divisie Rail (IVW DR), Onderzoeksraad voor Veiligheid, en Justitie (strafrechtelijk onderzoek).²⁴ Dit onderzoek duurt een gehele dag.

Na afsluiting van de onderzoeksfase kan gestart worden met het bergen van de slachtoffers. Vervolgens wordt gestart met het afvoeren van de betrokken trein naar terreinen van NedTrain. Hier blijft het materieel beschikbaar voor verder onderzoek (Justitie & IVW DR).

Na het verwijderen van het materieel begint het inspecteren en repareren van de tunnel, het herstel van de beschadigde infrastructuur en het testen van de tunneltechnische installaties. Tevens wordt de tunnel gereinigd en wordt het vervuilde bluswater in de waterkelders van de tunnel afgevoerd.

De calamiteitenbuis blijft hierdoor nog enkele dagen buiten dienst (aannee). Vanaf dat moment is de infrastructuur volledig hersteld en wordt de treindienst volgens dienstregeling hervat.

Conclusie

- De combinatie van tussenwanden en een vluchtdeurafstand van 150m zorgen ervoor dat de passagiers, wanneer zij de trein hebben verlaten, een relatief veilige ruimte kunnen bereiken en zonder al te veel rook verder kunnen vluchten.
- Inschatting materiële schade tunnel: de tunnelconstructie is door het ontbreken van hittewerende bekleding mogelijk beschadigd. In de omgeving van de brand zijn enkele tunneltechnische installaties verloren gegaan; tevens is er ter plaatse van de brand schade aan de bovenleiding.

Resumé aandachtspunten

- Hoe dient een machinist te handelen in geval van brand aan boord, (1) stilzetten, (2) doorrijden tot het ondergrondse station, (3) doorrijden tot de trein de tunnel heeft verlaten.
- Hoe wordt de verplaatsing van rook in een brandende trein tegengegaan?
- Hoewel zich tussen de vluchtende passagiers en de brand een tussenwand en deuren bevinden, is het mogelijk dat er wanneer deze deuren geopend zijn, omdat er mensen vluchten, rook van de calamiteitenbuis de vluchtbuis in stroomt.
- Doordat de OVT ontruimd wordt zal ook de metro stilgelegd worden. Hoe verloopt de communicatie met het GVB?
- Het uitschakelen van de spanning mag er niet toe leiden dat er treinen in de tunnel tot stilstand komen.
- Is het reëel aan te nemen dat er agenten van de spoorwegpolitie aanwezig zijn in de terminal?
- In het ontwerp moet aandacht besteed worden aan de bereikbaarheid van de spoortunnels voor hulpdiensten.
- Ten gevolge van de afwezigheid van ventilatie zal het na een brand nog enige tijd duren voordat de tunnel weer vrij is van alle tijdens de brand vrijgekomen giftige gassen.

Vergelijking van deze variant met de andere varianten

Variant 3B – Platte weg, platte zware rail en platte metro

Doordat de weg direct tegen één van de treintunnelbuizen aanligt is het, indien er verbindingen zijn aangebracht, voor hulpdiensten mogelijk om op deze wijze de calamiteit te benaderen. Dit geeft minder problemen dan een benadering via de tunnelingang of OVT doordat het materieel dichter bij het ongeval kan worden gebracht. Vooral bij ongevallen ver weg van zowel de ingang van de tunnel als de OVT is dit een voordeel. Ook kan de wegbuis als vluchtweg gebruikt worden voor het metrospoor aan de wegkant. Hierbij dient wel afgestemd te worden wie wanneer de tussen vluchtdeuren opent; dit om te voorkomen dat metroreizigers de rijbaan van de A10 op lopen voordat deze is afgesloten.

²⁴ In Leidraad voorbereiding treinincident bestrijding; deel II van de NVBR, zijn de taken van de verschillende onderzoeksinstanties weergegeven.

Variant 3C - Platte weg, metro onder zware rail ("stapeldok")

Doordat de metro direct onder de trein geplaatst is, is er een grotere kans dat een calamiteit van de trein of metro effect heeft op de andere modaliteit. In dit scenario is dit effect beperkt doordat de trein boven de metrobus is gelegen.

Variant 3F - Stapelweg, platte zware rail en stapelmetro

Geen verschillen met het hierboven beschreven scenario.