



Tunnel Safety Consults bv

Schoolstraat 18

3742 CE Baarn

The Netherlands

Tel +31 (0)35 5430490

Fax +31 (0)84 7282382

info@tunnelsafetyconsults.com

www.tunnelsafetyconsults.com

Rapport

Churchill Avenue tunnel

Tunnels met meerdere in- en uitgangen

Opdrachtgever : Team Churchill Avenue

Datum : 2 mei 2012

Projectnummer : 1071-11

Status document : definitief

Opgesteld door : J.W. Huijben

Gecontroleerd : M. Rikkelman / M.C. Huijben



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook zonder toestemming van Tunnel Safety Consults bv, behalve voor intern gebruik binnen de organisatie van de opdrachtgever of voor direct bij het werk betrokken partijen.

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	3
2. WETTEN, RICHTLIJNEN EN AANBEVELINGEN.....	4
2.1 WET- EN REGELGEVING	4
2.2 BESCHIKBARE AANBEVELINGEN	5
3. RISICO BESCHOUWING	8
4. VOORBEELDEN VAN TUNNEL MET MEERDERE IN- EN UITGANGEN.....	9
4.1 OVERZICHT	9
4.2 KONINGSTUNNEL – DEN HAAG.....	10
4.3 BELLIARD TUNNEL EN LEOPOLD II TUNNEL, BRUSSEL, BELGIË	10
4.4 A86 PARIJS, FRANKRIJK	11
4.5 FORBIFART – STOCKHOLM, ZWEDEN	12
4.6 NORRA LANKEN – STOCKHOLM, ZWEDEN.....	12
4.7 SÖDRA LANKEN – STOCKHOLM, ZWEDEN.....	12
4.8 PETUELL TUNNEL – MÜNCHEN, DUITSLAND	13
4.9 RICHARD STRAUSS TUNNEL – MÜNCHEN, DUITSLAND.....	14
4.10 GARMISSCHER TUNNEL – MÜNCHEN, DUITSLAND	14
4.11 RINGWEG M30 – MADRID, SPANJE.....	15
4.12 DREIROSEN TUNNEL NORDTANGENTE, BASEL, ZWITSERLAND	15
4.13 AIRPORT LINK – BRISBANE	17
4.14 TED WILLIAMS TUNNEL, BOSTON, USA	17
4.15 YAMATE TUNNEL, TOKIO, JAPAN.....	18
5. MAATREGELEN DIE DE KANS OP ONGEVALLEN VERMINDEREN	19
6. CONCLUSIES.....	20
7. LITERATUUR.....	21

1. INLEIDING

In Nederland zijn tot op heden nog geen tunnels in gebruik met meerdere in- en uitgangen. In het buitenland zijn daar wel verschillende voorbeelden van te vinden.

Bij meerdere in- en uitgangen zijn er in de tunnel invoegingen, samenvoegingen, splitsingen, uitvoegingen en mogelijk weefvakken aanwezig. Van deze configuraties is bekend dat ze een hogere ongevalskans hebben dan uitsluitend een doorgaande rijbaan. De vraag kan worden gesteld of in een tunnel deze configuraties toelaatbaar zijn. Het antwoord daarop is in principe JA. Maar daar gelden wel een aantal randvoorwaarden bij. De randvoorwaarden houden in dat het wegontwerp in de tunnel aan de richtlijnen voor wegontwerp moeten voldoen en dat het persoonlijk risico en het groepsrisico in de tunnel onder de vereiste grenswaarden blijven. Zo nodig moeten aanvullende veiligheidsmaatregelen worden genomen om risico's onder vereiste grenswaarden te brengen.

Buitenlandse voorbeelden tonen aan dat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen, uitvoegingen en weefvakken in een tunnel mogelijk zijn en reeds jaren worden toegepast.

2. WETTEN, RICHTLIJNEN EN AANBEVELINGEN

2.1 Wet- en regelgeving

Een tunnel kan worden beschouwd als een normale weg die in een gesloten constructie is gelegd. Wanden en dak vormen dan een toevoeging op de normale weg. Deze stellingname is onafhankelijk van het punt of de weg onder, op of boven maaiveld ligt. Vanuit dit standpunt gezien is het wenselijk dat het wegontwerp in de tunnel voldoet aan de gebruikelijke richtlijnen voor wegontwerp. Deze zijn o.a. te vinden in publicaties van het CROW. Wanneer de weg inclusief toeritten, afritten en wisselstroken voldoet aan deze richtlijnen kan worden verwacht dat het de veiligheid een voldoende niveau heeft.

De tunnelconstructie en de inrichting van de tunnel moeten voldoen aan:

- De Wet Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (WARVW), inclusief
 - o Besluit Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (BARVW)
 - o Regeling Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (RARVW)
- De Woningwet, met daarbij behorend:
 - o Bouwbesluit 2012

Voor wat betreft een vermeerdering of vermindering van rijstroken in een tunnel is er slechts één artikel te vinden in de WARVW, BARVW, RARVW:

BARVW, Artikel 10

1. De rijbaan voor een tunnelbuis heeft hetzelfde aantal rijstroken als die in de tunnelbuis. Mogelijke vermindering van het aantal rijstroken voor de tunnelbuis vindt op een zodanige afstand voor de tunnelbuis plaats dat geen onrustige verkeersbewegingen als gevolg van die vermindering in de tunnelbuis kunnen optreden.

De WARVW, BARVW en RARVW zijn gepubliceerd in 2006. Er ligt een nieuw wetsvoorstel voor met een aangepaste WARVW, BARVW en RARVW. Vanwege de politieke situatie op de datum van dit rapport is niet duidelijk wanneer de aangepaste wetgeving van kracht wordt. In het tekstvoorstel voor gewijzigde wet van 2012 is artikel 10 niet gewijzigd.

De Europese Richtlijn 2004-54-EG is strenger op dit gebied. In Bijlage 1 van de richtlijn wordt gesteld:

2.1.3. Afgezien van de vluchtstrook blijft de weg binnen en buiten de tunnel hetzelfde aantal rijstroken tellen. Als het aantal rijstroken verandert, gebeurt dat op voldoende afstand vóór het tunnelportaal. Deze afstand is ten minste gelijk aan de afstand die een voertuig bij de toegestane maximumsnelheid in 10 seconden aflegt. Indien dit wegens geografische omstandigheden niet mogelijk is, worden aanvullende en/of strengere maatregelen getroffen om de veiligheid te waarborgen.

De Europese Richtlijn geldt voor tunnels in het TEN-netwerk. De Churchill Avenue tunnel maakt geen deel uit van het TEN-netwerk en valt dus buiten deze regel.

De regels in de BARVW en de Europese Richtlijn zeggen niets over eventuele toeritten en afritten in de tunnel, maar stellen alleen dat het aantal rijstroken van de doorgaande weg in de tunnel gelijk moet blijven over een lengte gelijk aan de afstand die men aflegt in 10 seconden voor de tunnel plus de tunnellengte zelf. De BARVW noemt zelfs de 10 seconden niet en laat interpretatie over de afstand vrij.

Het toepassen van toe- en afritten in tunnels is in Nederland dus niet verboden.

2.2 Beschikbare aanbevelingen

Over rijstrookindelingen voor, in en na tunnels is één enkele diepgaande publicatie verschenen, te weten “Wegontwerp in tunnels - Convergentie- en divergentiepunten in en nabij tunnels” [6].

Het betreft een studie naar convergentiepunten en divergentiepunten voor, in en na tunnels waarbij de verkeerssnelheid 80 km/h en hoger is. In het rapport wordt een overzicht gegeven van de situaties, de risico's die kunnen optreden en de afstanden die moeten worden aangehouden.

Hoewel in het rapport wordt gesteld dat de uitkosten niet 1 op 1 kunnen worden toegepast voor stadstunnels zijn de bevindingen bruikbaar voor de Churchill Avenue tunnel. Dat betekent echter niet dat de conclusies en aanbevelingen 1 op 1 kunnen worden toegepast. Bedacht moet worden dat het rapport geen bindend document is. Elke tunnelbeheerder moet zelf bepalen hoe de gevonden informatie wordt toegepast.

In het rapport wordt op basis van expert judgement voor convergentiepunten en divergentiepunten een inschatting gegeven van risico's bij invoegingen, samenvoegingen, splitsingen, uitvoegingen en weefvakken gegeven (§ 3.8, tabel 3.10).

	Convergentiepunten			Divergentiepunten		Extra rijstrook	Con-divergentie Weefvak
	Invoeging	Samenvoeging	Afstreping	Uitvoeging	Splitsing		
Fase 1	Accelereren 	Hiaat zoeken	Hiaat zoeken	Voorbereiding strookwisseling 	Voorber. Strookw.   	Strookwisseling -	Voorber. Strookw. 
Fase 2	Hiaat zoeken	Strookwisseling  	Strookwisseling   	Uitvoegen 	Strookwisseling  		Hiaat zoeken
Fase 3	Snelheid aanpassen 	-	-	Snelheid aanpassen 	Snelheid aanpassen		Snelheid aanpas. 
Fase 4	Invoegen   	-	-	-	-		Weefbeweging    
Fase 5	Volgafstanden aanpassen 	-	-	-	-		Volgaf. Aanpassen 
Totaal	    	 	  	  	   	-	    

Ter vergelijking kunnen aanhalingen worden gedaan uit de rapportage van de second opinion van de veiligheidsbeschouwingen van de Forbifart, Stockholm, Zweden [7] en de rapportage van HOJ Consulting t.b.v. de Churchill Avenue tunnel [8].

In [7] worden de volgende factoren voor toename van de ongevalskans t.o.v. de doorgaande weg gegeven (§ 2.1.3, figuur 2.3).

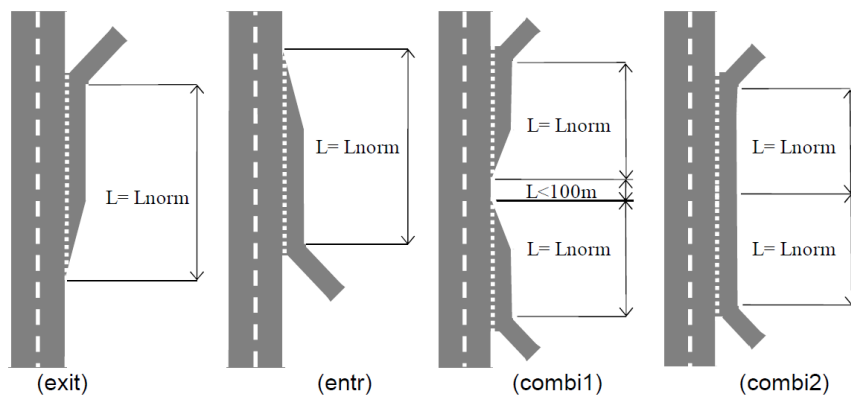


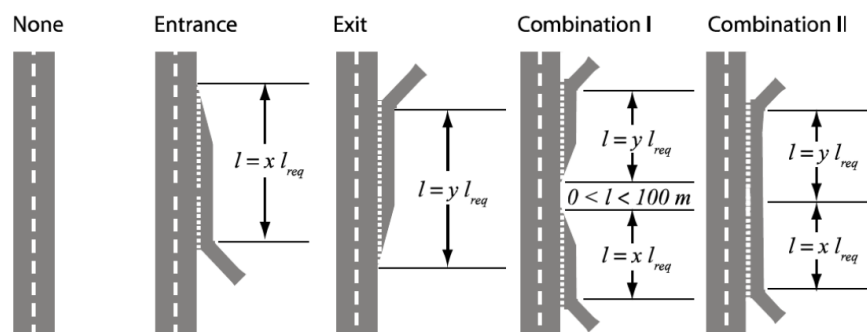
Figure 2.3 Four types of exit and entrance ramps in tunnels

The expert judgement was that the relative risks specific for the ramp are as follows:

1. Exit: factor 1.2
2. Entr: Entrance, factor 1.6
3. Combi1: Entrance followed by exit with distance less than 100 m, factor 2.2
4. Combi 2: Entrance and exit without any interruption, factor 3.0

In [8] worden nog weer andere factoren voor toename van de ongevalskans t.o.v. de doorgaande weg gegeven, hoewel de gegevens voor [7] eveneens door HOJ Consulting zijn gegenereerd (2008). De aanhaling uit [8] (§ 7.3):

The special risk at entrance and exit ramps in the tunnel are modelled by differentiating four different situations as shown below. Hereby five types are established the four types of different ramps and the type “None”.



The model is based on experience and is an expert judgment model established in collaboration with experts at NPRA Region South / Statens Vegvesen Region Sør in 2008. The expert judgments were consolidated to relative risks: the relative risk specific for the ramp at entrances is hereby estimated 3 times higher than at exits. At combined entrances and exits with less than 100 m between them the factor is 6 and with combined exit and entrance without any interruption the factor is 10.

In [6] wordt geen vergelijking gegeven t.o.v. de doorgaande weg, in [7] en [8] wel. Uit [6] zijn wel onderlinge verhoudingen af te leiden. In [7] en [8] worden geen gegevens voor splitsingen gegeven afgezien van het weefvak dat eindigt met een splitsing. De factoren in [6], [7] en [8] verschillen onderling aanzienlijk, maar op één punt stemmen ze overeen, namelijk dat een weefvak tot een hoge kans op ongevallen leidt. Uit [6], dat op de Nederlandse situatie is toegesneden, blijkt dat de kans op ongevallen op een weefvak niet

hoger is dan bij een invoeging. In beide gevallen ontstaat de verhoogde kans met name door verandering van rijstrook, niet door de splitsing of uitvoeger zelf en ook niet door de verkeerssituatie na de splitsing of uitvoeger. Het Nederlandse wegontwerp wordt in het algemeen als zeer veilig ervaren hetgeen mede tot uitdrukking komt in het verhoudingsgewijs lage aantal ongevallen en slachtoffers in Nederland.

In [7] en [8] wordt aangegeven dat een weefvak slechter scoort dan een invoeger en een uitvoeger. Dit blijkt niet uit [6] waaruit kan worden gelezen dat een invoeger en daarna een uitvoeger samen slechter scoren dan een weefvak. Dat is te begrijpen als men bedenkt dat in [7] en [8] korte weefvakken zijn beschouwd met een lengte niet groter dan minimaal vereist. In de Churchill Avenue tunnel is het weefvak meer dan 800m, hetgeen veel langer is dan de minimaal vereiste lengte volgens de Nederlandse richtlijnen. De kans op ongevallen wordt daarmee beperkt.

Bij het ontwerp van de Churchill Avenue tunnel is de vraag opgeworpen of na de weefvakken en uitvoeger een vluchtstrook als veiligheidsvoorziening moet worden opgenomen.

Om hierop een antwoord te formuleren moeten de volgende zaken punten in gedachten worden gehouden:

- In [6] wordt gesteld dat bij weefvakken en splitsingen/uitvoerers er altijd aanvullende veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen – wij merken op dat rapport [6] niet verplichtend is en uitsluitend aanbevelingen noemt. Het woord “moeten” in de rapportage is dus een keuze van de schrijver.
- Voor de CA tunnel toepasbare genoemde effectieve maatregelen zouden volgens [6] zijn een vluchtstrook (maar in [6] wordt niet gezegd waar deze moet zijn) en controle op rijsnelheid (flitscamera's)

Op basis van deze gegevens kan dus niet worden geconcludeerd dat na de uitvoeger een vluchtstrook aanwezig moet zijn. Het toepassen van een dergelijke maatregel is alleen noodzakelijk als het groepsrisico hoger is dan de grenswaarde die nu (niet verplichtend) wordt gehanteerd en via de toekomstige gewijzigde tunnelwet verplichtend geldt. Maar het groepsrisico is – ook zonder vluchtstrook – lager dan de grenswaarde.

Toepassen van een vluchtstrook zonder dat de uitkomsten van een risicoanalyse daartoe verplichten moet worden gezien als een maatschappelijk wenselijke maatregel. In dat geval moeten de voordelen worden afgewogen tegen de kosten. Toepassing van een vluchtstrook leidt tot verbreding van het tunnelprofiel en daarmee tot een aanzienlijke kostenstijging. Voor de Churchill Avenue tunnel is onze inschatting dat de kosten voor verbreding van het tunnelprofiel dusdanig hoog zijn dat deze niet opwegen tegen de voordelen in de zin van een lager risico. Er moet daarom worden overwogen of gemeenschapsgeld moet worden uitgegeven aan een relatief geringe verbetering van de veiligheid in de CA tunnel of voor andere maatschappelijke doelen met verbetering van veiligheid.

Uit de voorbeelden zoals genoemd in hoofdstuk 4 blijkt dat wereldwijd (vrijwel) nooit vluchtstroken in tunnels worden toegepast.

Net als bij Wet- en Regelgeving moet ook hier weer worden bedacht dat het wegontwerp wel invloed heeft op het aantal ongevallen en daarmee op het aantal branden ten gevolge van ongeval, maar dat het aantal ongevalsbranden gering is t.o.v. het totale aantal branden waardoor de invloed van het wegontwerp op het groepsrisico (tunnelveiligheid) beperkt is.

3. RISICO BESCHOUWING

Dat men de voorkeur heeft om liever geen toe- en afritten toe te passen is logisch vanuit het oogpunt van interne veiligheid bij tunnels. Dit omdat gedwongen verkeersbewegingen door in- en uitvoegstroken altijd een iets hogere ongevalskans geven, en een ongeval in een tunnel nu eenmaal meer gevolgen kan hebben dan in de open lucht. Echter: de ongevalskans is in principe hetzelfde als bij een zelfde situatie in de open lucht. Het gaat hier dus niet om de kans maar om de gevolgen.

Deze redenering sluit de volgende situaties uit in het kader van beslissingen over het al dan niet toepassen van toeritten en afritten in tunnels:

- Botsing met Uitsluitend Materiele Schade (UMS)
- Botsing met lichamelijk letsel (Letselschade)

Deze situaties gelden dan ongeacht het aantal betrokken voertuigen.

Alleen situaties waarbij brand optreedt of er gevaarlijke stoffen vrijkomen zijn van invloed, omdat daarbij potentieel veel personen in de tunnel beïnvloed kunnen worden.

Brand in een tunnel ontstaat door 2 hoofdoorzaken, namelijk [a] door pech en [b] door ongevallen. Het aantal branden dat door pech ontstaat vormt verreweg het grootste aandeel. In de VRC 2009 [3] wordt aangegeven dat volgens een schatting het aantal branden ten gevolge van een ongeval 5% bedraagt van het totaal aantal branden (De brandontwikkeling is bij een ongevalsbrand wel sneller dan bij een pechbrand, [3][4]).

Met dit in gedachten zal een verhoogde kans op ongevallen de kans op brand dus wel verhogen maar de verhoging zal zeer gering zijn, omdat ze alleen invloed heeft op het aandeel van 5% van alle branden.

In de RARVW, publicatiedatum 2006, staat in artikel 4:

Risicoanalyses, bedoeld in artikel 6, eerste lid, eerste volzin, van de wet, worden uitgevoerd overeenkomstig het **RWS-QRA-model** voor wegtunnels, versie 1.0 (Rijkswaterstaat, Bouwdienst, registratienummer 4818-2006-0091) en de Leidraad **Scenarioanalyse** Ongevallen in Tunnels, deel 1: wegtunnels, versie mei 2004 (ISBN 90-77374-03-5).

In de “tunnelwet” van 2006 staan echter geen risiconormen vermeld zodat niet duidelijk is waaraan de resultaten van bijvoorbeeld een QRA moet voldoen.

In de voorgestelde wetwijziging van 2012 staan wel risiconormen vermeld; deze zijn overeenkomstig de waarden die in de genoemde rekenmodellen al werden gebruikt.

Ongeacht of de tunnelwet van 2006 dan wel die van 2012 wordt toegepast is duidelijk dat het persoonlijk en groepsrisico moet voldoen aan de risiconormen die ofwel al in zwang waren ofwel in de wet van 2012 worden vastgelegd.

Dit geldt zowel voor tunnels zonder als voor tunnels met toe- en afritten. Als een tunnel met toe- en afritten voldoet aan de risiconormen dan zijn die toe- en afritten toelaatbaar.

4. VOORBEELDEN VAN TUNNEL MET MEERDERE IN- EN UITGANGEN

4.1 Overzicht

Onderstaand worden voorbeelden van tunnels met convergentiepunten en divergentiepunten gepresenteerd uit Europese landen en uit westerse landen buiten Europa gepresenteerd – deze landen kennen een lange historie van tunnelbouw en het denken in risico's.

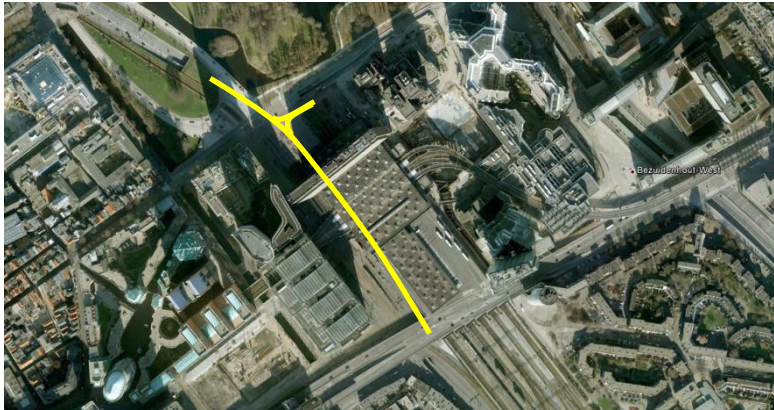
Voorbeelden van tunnels in Europese landen zijn:

- Koningstunnel, Den Haag, Nederland (in gebruik)
- Belliard tunnel en Leopold II tunnel, Brussel, België
- Meerdere tunnels in de A86 Parijs, Frankrijk
- Forbifart, Stockholm, Zweden (nieuw te bouwen tunnel)
- Norra Lanken, Stockholm, Zweden (in aanbouw)
- Södra Lanken, Stockholm, Zweden (in gebruik)
- Petuelli tunnel, München, Duitsland (in gebruik)
- Richard Strauss tunnel, München, Duitsland (in gebruik)
- Garmisscher tunnel, München, Duitsland (in aanbouw)
- M30 Madrid Calle 30 Project, Madrid, Spanje (in gebruik)
- Dreirosen tunnel Nordtangente, Basel, Zwitserland (in gebruik)

Voorbeelden van tunnels in westerse landen buiten Europa zijn:

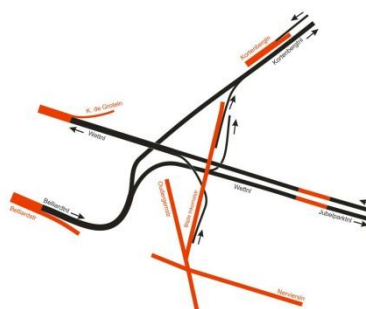
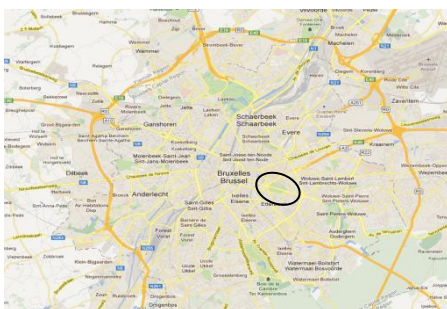
- Airport Link, Brisbane Australië
- Ted Williams tunnel, Boston, USA
- Yamate tunnel, Tokio, Japan

4.2 Koningstunnel – Den Haag



Lengte ca. 500m, bevat invoegingen en uitvoegingen
Geen vluchtstroken.

4.3 Belliard tunnel en Leopold II tunnel, Brussel, België





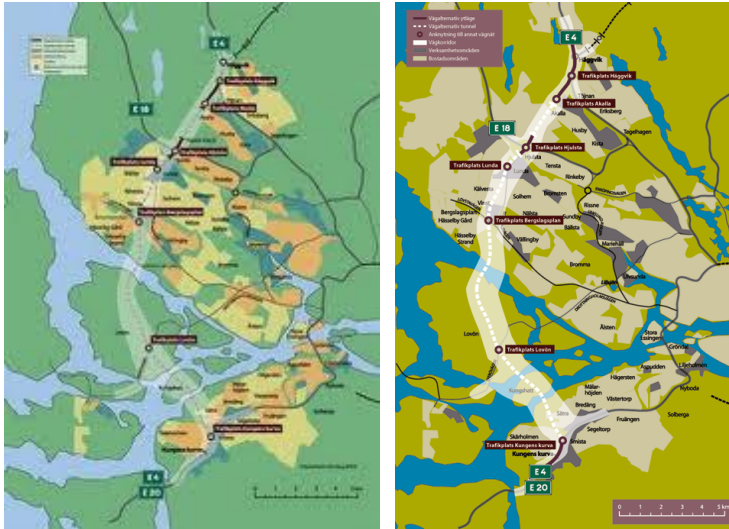
Lengte enkele km's, bevat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen.
Geen vluchtstroken

4.4 A86 Parijs, Frankrijk

Er zijn 5 tunnels met in- en uitvoegingen, samenvoegingen en splitsingen.
Vluchtstroken zijn over het algemeen niet aanwezig, behalve in de nieuwste dubbeldeks tunnel aan de westzijde van Parijs.



4.5 Forbifart – Stockholm, Zweden



Lengte ca. 20 km, bevat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen.
In het ontwerp zijn tot dusver geen vluchtstroken opgenomen.

4.6 Norra Lanken – Stockholm, Zweden



Lengte ca. 3,7 km, bevat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen
In het ontwerp zijn geen vluchtstroken opgenomen.

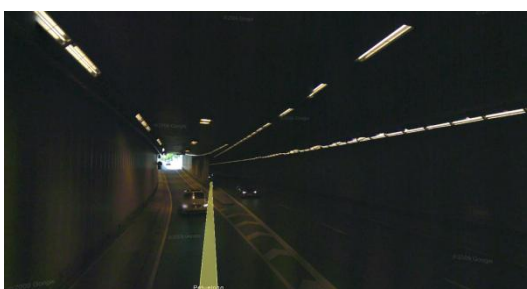
4.7 Södra Lanken – Stockholm, Zweden





Lengte ca. 3,8 km, bevat samenvoegingen en splitsingen
Geen vluchtstroken

4.8 Petuell tunnel – München, Duitsland



Lengte 1,7 km, bevat samenvoegingen en splitsingen
Geen vluchtstroken

4.9 Richard Strauss tunnel – München, Duitsland



Lengte ca. 2,2 km, bevat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen
Geen vluchtstroken

4.10 Garmisscher tunnel – München, Duitsland



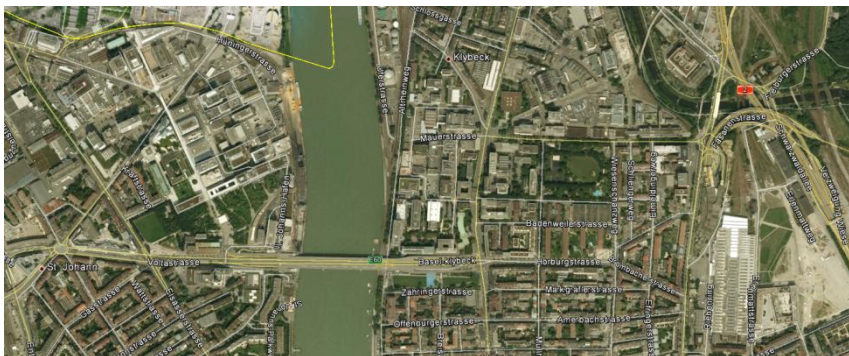
Lengte onbekend, bevat samenvoegingen en splitsingen
Geen vluchtstroken

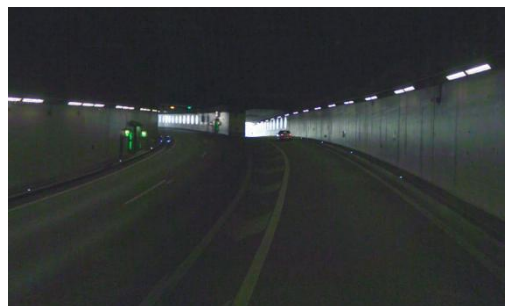
4.11 Ringweg M30 – Madrid, Spanje



Lengte ca. 20 km, bevat invoegingen, samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen
In het ontwerp zijn geen vluchtstroken opgenomen.

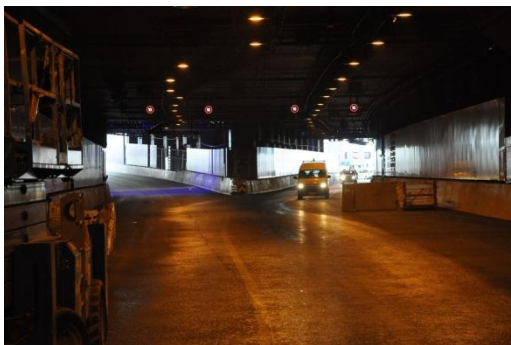
4.12 Dreirosen tunnel Nordtangente, Basel, Zwitserland





Lengte ca. 3 km, bevat samenvoegingen, splitsingen en uitvoegingen
Geen vluchtstroken

4.13 Airport Link – Brisbane



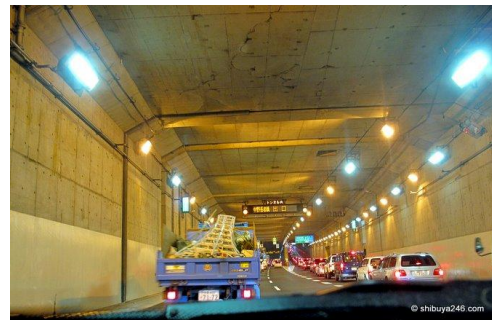
Lengte 7 km (hoofdbaan) en 700m (aftakking), bevat invoegingen en uitvoegingen
Geen vluchtstroken

4.14 Ted Williams tunnel, Boston, USA



Lengte ca. 4,3 km, bevat samenvoegingen en splitsingen
Geen vluchtstroken

4.15 Yamate tunnel, Tokio, Japan



Lengte ca. 6,7 km, bevat samenvoegingen en splitsingen
Geen vluchtstroken

5. MAATREGELEN DIE DE KANS OP ONGEVALLEN VERMINDEREN

Als een ongeval niet optreedt kan er ook geen brand ten gevolge van dat ongeval ontstaan. De invloed op het totaal aantal branden is echter gering zoals eerder in dit rapport beschreven. Maar minder ongevallen betekent ook minder verkeersslachtoffers, minder voertuigschade, minder schade aan de tunnel en een kleinere kans op stremming van de tunnel.

Juist waar de kans op ongevallen toeneemt door toepassing van invoegers, uitvoegers, samenvoegingen en splitsingen kan – indien vereist of maatschappelijk gewenst – kunnen worden gedacht aan mitigerende maatregelen.

Enkele maatregelen waaraan gedacht kan worden zijn:

- Beïnvloeding van verkeersregelininstallaties stroomafwaarts van tunneluitgangen
 - o Het wenselijk te voorkomen dat een file zich vanaf een verkeerslicht opbouwt met de staart van de file tot in de tunnel. Omdat het principe van tunnelventilatie uitgaat van ventileren in de rijrichting moet een botsing met brand aan de staart van de file worden voorkomen. Dat is mogelijk door via detectielussen of andere apparatuur te meten dat een file zich tot in de tunnel dreigt op te bouwen en vervolgens de verkeersregelininstallatie zo aan te sturen dat de file wordt opgelost of in lengte wordt beperkt.
- Snelheidscontrole in de tunnel
 - o Door een systeem van snelheidscontrole in de tunnel wordt voorkomen dat men met (veel) te hoge snelheid door de tunnel rijdt. Tunnels zijn eentonig en nodigen uit tot hard rijden. Hoge snelheden zijn een belangrijke oorzaak van ongevallen in tunnels.
- Vluchtstroken
 - o Vluchtstroken bieden ruimte bij onverwachte situaties. Echter in hoofdstuk 2 is reeds beredeneerd dat dit een zeer kostbare maatregel is die bij de Churchill Avenue tunnel niet noodzakelijk is omdat het groeprisico zonder vluchtstrook reeds onder de grenswaarde ligt.
- Pechhavens
 - o Voor pechhavens geldt hetzelfde als voor vluchtstroken. De meeste tunnels in Nederland zijn uitgerust zonder vluchtstroken of pechhavens, waar vluchtstroken aanwezig zijn moet de strook worden gezien als toekomstige rijstrook (reservering). Bij stilstand van een voertuig door pech wordt de rijstrook afgesloten. Er is een regeling getroffen om stilgevallen voertuigen zo snel mogelijk uit de tunnel te slepen. Dit is een goedkopere maatregel – of beter gezegd een kosteneffectievere maatregel – dan een pechhaven.

6. CONCLUSIES

Wettelijk gezien zijn convergentiepunten en divergentiepunten in tunnels mogelijk mits qua tunnelveiligheid het groepsrisico onder de grenswaarde blijft. Daarbij is brand de leidende situatie.

Verkeersveiligheid is geen bepalende factor zolang het wegontwerp aan de vigerende richtlijnen voldoet – daarbij is het dan niet van belang of de weg in de open lucht ligt of in een gesloten structuur zoals een tunnel.

Indien zonder aanvullende maatregelen het risico qua tunnelveiligheid reeds onder de grenswaarde ligt dan zijn er geen redenen om op basis van wet- en regelgeving deze aanvullende maatregelen te treffen. De wenselijkheid van eventuele aanvullende maatregelen moet dan worden beschouwd in het kader van maatschappelijk belang.

Op basis van de risico analyses voor de Churchill Avenue tunnel kan niet worden gesteld dat vluchtstroken in de tunnel of pechhavens als aanvullende maatregel volgens wet- en regelgeving nodig zijn.

Aanvullende maatregelen als aansturing van de verkeersregelininstallaties na splitsingen en uitvoegingen en snelheidscontrole in de tunnel zijn zeer wel wenselijk en vergen geen grote investeringen. Wel moet bedacht worden dat het aantal branden dat ontstaat door ongevallen slechts een klein aandeel is het totale aantal voertuigbranden. De invloed op het groepsrisico is daardoor beperkt.

7. LITERATUUR

1. “Tunnelwet”, bestaande uit WARVW, BARVW en RARVW (publicatie 2006)
2. Bouwbesluit (publicatie 2012)
3. VRC 2009
4. QRA 2.0 Achtergronddocument, RWS, 2 februari 2012
5. 2004-54-EU Europese richtlijn voor wegtunnels
6. Wegontwerp in tunnels - Convergentie- en divergentiepunten in en nabij tunnels, RWS, 31 juli 2008
7. Independent review of ventilation concept and safety concept Förbifart Stockholm, HBI Härter, 2008
8. Contribution to Risk Analysis, Churchill, Road Tunnel, HOJ Consulting GmbH, july 2011 (bijlage bij rapport TNO 060-DTM-2011-03172, 12 september 2011)