

Onderzoek vluchtgedrag tunnels

Initiëren vluchten tijdens evacuatiebedrijf



Revisies

Datum	Auteurs	Versie	Veranderd §	Opmerkingen
23-9-2022	H. Vis / M. van de Laarschot	0.1		Initiële versie, inclusief interne kwaliteitscontrole
24-10-2022	H. Vis / M. van de Laarschot	0.2		Review commentaar RWS en externe review verwerkt
7-11-2022	H. Vis / M. van de Laarschot	0.3		Controle feedback RWS verwerkt
3-12-2022	H. Vis / M. van de Laarschot	1.0		Verwerking restpunten n.a.v. eindpresentatie

Colofon

Referentie: 22.546-P22.005.03-VIH-LAM (Definitief)
Datum: 3 december 2022
In opdracht van: Rijkswaterstaat Afdeling, Utrecht, de heer R. van Breemen
Opdrachtnemer: Delta Pi - 085-301 80 92 - www.delta-pi.nl



Auteur
Hans Vis
h.vis@delta-pi.nl
06-51 21 39 78



Gecontroleerd door
Max van de Laarschot



Interne controle en vrijgave
Peter Bakker

Inhoud

Inhoud	4
I Inleiding	5
2 Aanpak	6
3 Analyse menselijk gedrag	7
3.1 Gewenst en ongewenst gedrag	7
3.2 Modelleren van menselijk gedrag	7
3.3 Aandachtbronnen en andere gedragsfactoren	8
3.4 Niveaus van menselijk gedrag	10
3.5 Analyse van gedragsniveaus in ongewone situaties	11
3.6 Gewenst en ongewenst gedrag in ongewone situaties	11
4 Oplossingsrichtingen	13
4.1 Een effectief ontruimingsbericht voor een wegtunnel	13
4.2 Communicatiemiddelen om gedrag te beïnvloeden in gevaarlijke situaties in een tunnel	14
4.3 Kansrijke verbetering ontruimingsberichtgeving in tunnels	15
5 Conclusie	18
Referenties	19
Bijlage A: Menselijk gedrag en gedragsbeïnvloeding	20
Bijlage B: Risicoanalyse functioneel model menselijk gedrag	21

I Inleiding

Bij incidenten in tunnels is het van (levens)belang dat mensen zich zo snel mogelijk beseffen dat ze zich in een gevaarlijke situatie bevinden en tot – de vanuit veiligheid benodigde - actie moeten overgaan. Bij brand en/of explosiegevaar in een tunnel is het zaak dat weggebruikers zichzelf in veiligheid brengen. Er moet daarom worden voorzien in een vluchtroute om een veilige evacuatie uit de tunnel mogelijk te maken. De conclusie van een evaluatie uit 2020 van de vier vluchtconcepten die in de Landelijke Tunnel Standaard (LTS) [Ref-8] zijn opgenomen is dat deze in de praktijk goed functioneren [Ref-2].

De aanbevelingen van het onderzoek naar een aantal tunnelincidenten beschreven in datzelfde rapport [Ref-2] wijzen op mogelijke ruimte voor verdere verbetering van deze vluchtconcepten, het vluchtproces en/of de vluchtvoorzieningen. Om hierover het juiste inzicht te verwerven heeft Rijkswaterstaat twee vervolgonderzoeken laten uitvoeren over het gedrag van weggebruikers en hulpverlening bij tunnelincidenten en -oefeningen. De resultaten van dit onderzoek worden besproken in het Stakeholdersoverleg Tunnelveiligheid. Een eventueel standpunt of advies van het Stakeholdersoverleg Tunnelveiligheid zal worden afgewogen door de minister, als verantwoordelijke voor de rijkstunnels.

De opdrachtdefinitie van Rijkswaterstaat voor zaaknummer 31176858 “Gedrag weggebruikers en hulpverlening bij tunnelincidenten en –oefeningen” luidt:

Onderzoek 1: Mogelijke oplossingsrichtingen voor ‘Verlaten voertuig fileverkeer bij incidenten in tunnels

a. Kan er effectiever richting weggebruikers worden gecommuniceerd (voor of tijdens het incident) dat zij hun voertuig dienen te verlaten, zodat zij de vluchtroute kunnen gebruiken en zichzelf in veiligheid kunnen brengen? (Daarbij ook betrekken dat het niet de bedoeling is om het voertuig te keren, of achteruit te rijden)

Zo ja, wat zijn kansrijke oplossingsrichtingen?

Kijk hierbij naar verwachte doelmatigheid, implementatietermijn, draagvlak bij betrokken actoren en verwachte effectiviteit van mogelijke oplossingsrichtingen.

Onderzoek 2: Mogelijke oplossingsrichtingen voor ‘Openhouden van de vluchtdeuren’

a. Wat zijn redenen voor het openhouden van de vluchtdeuren door de brandweer?

b. Wat is, samengevat, het risico voor de vluchtende weggebruikers en de hulpdienstenbeheerder, de verkeerscentrale en de hulpverleningsdiensten?

c. Wat zijn, rekening houdend met het antwoord op vraag 2a en 2b, kansrijke oplossingsrichtingen?

Kijk hierbij naar verwachte doelmatigheid, implementatietermijn, draagvlak bij betrokken actoren en verwachte effectiviteit van mogelijke oplossingsrichtingen.

In dit rapport wordt onderzoek 1 behandeld. Dit onderzoek is geïnitieerd op basis van de aanbeveling [Ref-2] om bij ontruimingsnoodzaak in LTS-conforme tunnels de prikkel voor fileverkeer om het voertuig tijdig te verlaten te versterken. Onderzoek 2 wordt beschreven in een apart rapport [Ref-7].

2 Aanpak

Om antwoord te geven op de vraagstelling van onderzoek I zijn de volgende stappen uitgevoerd:

- > Kick-off sessie met Opdrachtgever;
- > Enkele interne brainstormsessies met collega's van Delta Pi;
- > Verzamelen en doornemen van relevante documenten op verschillende internet webpagina's;
- > Bestuderen en analyseren van literatuur aangereikt door de opdrachtgever binnen Rijkswaterstaat;
- > Bespreken van tussentijdse bevindingen met het projectteam van de opdrachtgever binnen RWS;
- > Interne kwaliteitsreview;
- > Laten reviewen van de conceptrapportage door een externe expert;
- > Laten reviewen van de conceptrapportage door het projectteam van de opdrachtgever binnen RWS;
- > Bespreken van de definitieve conceptrapportage met vertegenwoordigers van het Stakeholdersoverleg Tunnelveiligheid binnen RWS.

De aanvankelijk voorgestelde werkwijze betrof mede het organiseren van gesprekken met externe deskundigen om de nodige extra kennis te verkrijgen op het gebied van menselijk gedrag. De grondige analyse van de door RWS aangereikte uitgebreide relevante literatuur heeft tot het voortschrijdende inzicht geleid dat deze voldoende informatie bevat om het onderzoek uit te voeren. Zo is gezamenlijk met opdrachtgever tijdens de tussentijdse bespreking afgesteld, dat er verder geen noodzaak is om die gesprekken te voeren. Wel is een review van de conceptversie van het rapport uitgevoerd door een door Delta Pi geselecteerde externe reviewer, de heer Gerben Heslinga¹.

Het onderzoek concentreert zich uitsluitend op de analyse van één deelstap van het vluchtproces uit wegtunnels in geval van optreden van gevaarlijke incidenten, namelijk het verlaten van voertuigen nadat de ontruimingsberichtgeving is geïnitieerd. Andere deelstappen van het vluchtproces zijn positief beoordeeld in het eerder uitgevoerde evaluatierapport [Ref-2] en voor dit onderzoek niet aan de orde.

Met betrekking tot gedrag van weggebruikers in ongewone situaties bij calamiteiten in tunnels wordt in hoofdstuk 3 het denkkader ontwikkeld. Daarna volgt in hoofdstuk 4 een beschouwing van kansrijke oplossingsrichtingen.

¹ Gerben Heslinga is één van de grondleggers van het OPSCHep model [Ref-15], dat door RWS wordt toegepast in faalkansberekeningen van o.a. waterkeringen om de probabilistische bijdragen van menselijke fouten bij het uitvoeren van bedienings- en onderhoudstaken te bepalen. Gedachtengangen over gedragsniveaus van menselijk gedrag zijn verwerkt in dat model.

3 Analyse menselijk gedrag

3.1 Gewenst en ongewenst gedrag

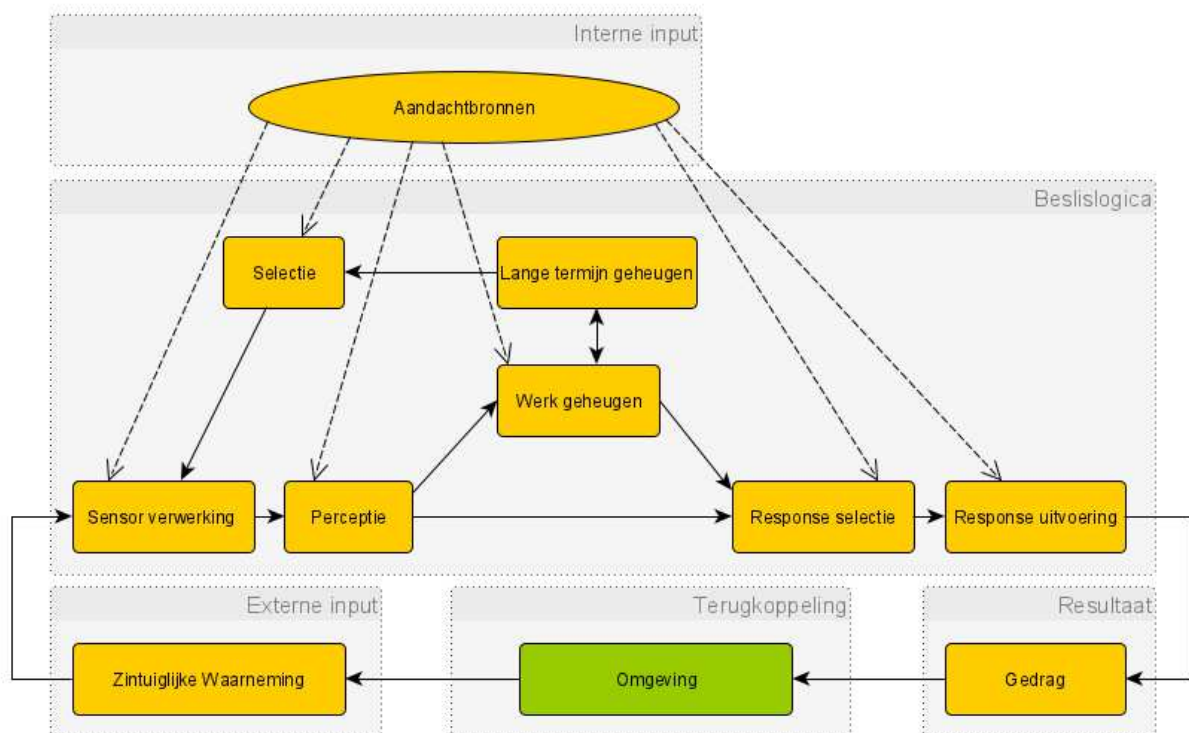
Bij het optreden van incidenten met brand- of explosiegevaar in een tunnelbuis zal de wegverkeersleider (WVL) de communicatie voor het ontruimen van de tunnelbuis initiëren. Daarbij is het gewenste gedrag dat weggebruikers hun voertuig verlaten en zichzelf in veiligheid brengen door de incidentbuis te verlaten via een vluchtingang. Ongewenst gedrag komt ook voor, waarbij weggebruikers hun voertuig niet of niet op tijd verlaten. Soms, als dat kan, stoppen weggebruikers hun voertuigen niet in de tunnelbuis, maar keren om of rijden achteruit om tegen het verkeer in de tunnelbuis te verlaten via de ingang.

Doel van dit onderzoek is het gericht voorstellen van kansrijke oplossingsrichtingen om menselijk gedrag zo te beïnvloeden dat de kans op gewenst gedrag toeneemt, in dit geval dus dat weggebruikers hun voertuig verlaten tijdens evacuatiebedrijf. De sleutel daartoe wordt gezocht in een verklaring van het ongewenste menselijk gedrag van sommige weggebruikers, die hun voertuig niet verlaten tijdens evacuatiebedrijf. Enige basisinformatie over menselijk gedrag en gedragsbeïnvloeding (Wikipedia) is kort toegelicht in bijlage A.

3.2 Modelleren van menselijk gedrag

Om het gedrag van weggebruikers in tunnels te kunnen verklaren wordt in deze analyse gebruik gemaakt van Wickens' "Human information processing model" [Ref-11]. We geven een beknopte beschrijving van het model en passen het daarna toe op de vraagstelling van het onderzoek.

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van het Wickens model. In essentie beschrijft dit een functionele regelloop met terugkoppeling. Dat is een proces van verzamelen van inputgegevens, het verwerken daarvan door beslislogica die bepaalt of en zo ja welke acties worden geactiveerd om een resultaat te behalen, waarvan bepaalde kenmerken weer dienen als inputgegevens.



Figuur 1: Wickens Human information processing model [Ref-11]

In Figuur 1 worden de onderdelen van het proces geïllustreerd met blokken die onderling verbonden zijn met pijlen, die informatie overdragen tussen de betreffende functionele delen van het menselijke centrale zenuwstelsel. In Tabel 1 is voor elk onderdeel de functie gedefinieerd.

Tabel 1: Functies van onderdelen menselijk centraal zenuwstelsel

Onderdeel	Functie
Zintuiglijke waarneming	Ontvangen externe stimuli
Sensor verwerking	Opslaan en doorgeven externe stimuli
Informatie selectie	Filteren relevante informatie externe stimuli
Perceptie	Vormen van perceptiebeelden
Werk geheugen	Bewust (na)denken; Interpreteren perceptie beelden; Genereren beslissingen
Lange termijn geheugen	Opslaan regels, vaardigheden en kennis
Response selectie	Maken van juiste optimale beslissing
Response uitvoering	Activeren spieractiviteit, menselijke acties, mentale toestand
Gedrag	Menselijke acties en reacties
Omgeving	Bron van externe stimuli
Aandachtbronnen	Bepalen capaciteit en efficiëntie

Een persoon verzamelt continu waarnemingen van zijn veranderende omgeving. Met die gegevens worden perceptiebeelden gecreëerd. Externe stimuli worden verwerkt en opgeslagen in het korte termijn werkgeheugen. Omdat efficiëntie grenzen stelt aan de hoeveelheid te verwerken gegevens wordt overbodige informatie eerst gefilterd door een selectiemechanisme. Hetgeen als informatie wordt geselecteerd is persoonsgebonden en zal afhangen van het lange termijn geheugen en van het soort informatie. Het werkgeheugen denkt bewust na over de betekenis van perceptiebeelden en genereert opties voor beslissingen. Als consequentie van die activiteiten moet de verwerking van informatie leiden tot een moment van responseselectie waarin één beslissing van de juiste of optimale response wordt gemaakt. Die beslissing wordt tot uitvoer gebracht in zichtbare of onzichtbare uitingen van menselijk gedrag.

Terugkoppeling met betrekking tot het resultaat van eigen gedrag door eigen zintuiglijke waarnemingen van de toestand van de omgeving en van gebeurtenissen daarin (inclusief het gedrag van andere personen) kan daarna worden verwerkt tot aanpassen of corrigeren van eigen gedrag.

3.3 Aandachtbronnen en andere gedragsfactoren

Verder zijn mentale aandachtbronnen van belang. Die bepalen de capaciteit en efficiëntie van een persoon om te reageren op waarnemingen. Vergroten of verkleinen van aandachtbronnen heeft effect op het functioneren van verschillende delen van het menselijk centrale zenuwstelsel, weergegeven met onderbroken pijlen in Figuur 1, en daarmee dus ook op het bereiken van een bedoeld resultaat. Verbeterde aandacht kan ontstaan door plotselinge alarmering (bijvoorbeeld bij het horen en zien van een brandweerauto met sirene, waardoor je aan de kant gaat en eventueel snelheid mindert). Minder aandacht ontstaat bijvoorbeeld wanneer iemand vermoeid, gespannen, afgeleid of onder invloed is (van alcohol, drugs of medicijnen). Wanneer iemand moe is, vermindert het vermogen om informatie te selecteren; het wordt dan moeilijker om informatie waar te nemen, te begrijpen of te onthouden en hoe erop te reageren. Dit kan leiden tot een ongepaste reeks reacties of juist het ontbreken ervan en dus tot ongewenst menselijk gedrag.

Menselijk gedrag is niet alleen het resultaat van informatieverwerking en logische vervolgacties van de weggebruiker, maar ook van menselijke intenties (waarvan sommige niet zo gemakkelijk te begrijpen zijn), attitudes, subjectieve

normen en emotionele reacties zoals angst, stress, paniek, shock². Hieronder worden enkele belangrijke aspecten daarvan behandeld en gekoppeld aan de onderdelen van het Wickens model (zie Tabel 1).

Angst

Het verlaten van de auto wordt soms juist als onveilige handeling ervaren. Men kan vanuit angst het gevaar erkennen, maar zich in de auto voldoende beschermd achten. Daarnaast laat men de eigen auto niet graag zo maar achter. Tijdens angst wordt de focus van een persoon zeer nauw - alleen de zintuiglijke waarneming en verwerking van de meest voor de hand liggende elementen van de omgeving is mogelijk. Dit valt onder het onderdeel 'informatie selectie' in het Wickens model. Daarom dient in noodgevallen alle communicatie eenvoudig, kort en duidelijk te zijn. Ingewikkelde en talrijke instructies zijn dan niet doeltreffend om individuen effectief aan te zetten tot gewenst gedrag.

Passiviteit en shock

Andere typische menselijke reacties in een noodsituatie zijn een emotionele ontkenning en vermijding van de noodsituatie, die kan worden beschouwd als een soort algemene shockreactie waarbij een individu geen stress activatie vertoont. Zulke reacties verminderen de waarneming of zijn zelfs feitelijke vervormingen van belangrijke gevaarsignalen. Ze kunnen ook aanleiding geven tot perceptuele vertekeningen in de timing van een gebeurtenis, d.w.z. dat deze in slow motion wordt waargenomen. Zelfs wanneer er aanwijzingen zijn voor gevaar (zoals rook) zijn mensen zich misschien niet bewust van de ernst van de situatie (d.w.z. dat mensen een bedreiging vanuit de omgeving misschien niet zo sterk opvatten dat zij actie ondernemen). Sommige mensen nemen dan geen actie tot zelfbescherming en blijven passief in hun auto zitten, terwijl de tunnel zich met rook vult.

De menselijke reactie wordt pas weer aangepast aan de omstandigheden wanneer het gevaar duidelijk wordt, het gevaar wordt aanvaard, andere mensen beginnen te reageren of er een officiële boodschap is die precies zegt wat ze moeten doen en die door hen wordt aanvaard. Desondanks is de reactie nog steeds afhankelijk van de staat van activering en/of stress van de persoon.

Stress

Stress hoeft niet altijd een negatieve rol te spelen. Een gematigd niveau van stress kan zelfs helpen om tot een passende menselijke reactie te komen. Van mensen kan worden verwacht dat zij erop gebrand zijn gevaar tot een minimum te beperken of aan een gevaarlijke situatie te ontsnappen. Wanneer de tijd te kort wordt geacht om aan een dreiging te ontsnappen, kan een toestand van hyperactiviteit - dat is een hoog stressniveau - ontstaan. Dit betekent meestal dat een persoon niet in staat is om verschillende ontsnappingsmogelijkheden te evalueren als gevolg van de noodzaak om snel beslissingen te moeten nemen. Dat is te verklaren doordat enerzijds het selectiemechanisme essentiële informatie minder efficiënt kan filteren en anderzijds zal ook het werkgeheugen en responseselectie niet optimaal in staat zijn om tijdig de juiste beslissing te maken.

Paniek

Paniek ontstaat als men denkt dat de mogelijkheden voor ontsnappen het gevaar beperkt zijn of afgesloten worden. Dat begint bij een perceptie dat ontsnappen alleen mogelijk zou zijn als je anderen voor bent. Als iedereen zo denkt, kan er dus paniek ontstaan. Intense angst blijkt als zodanig geen massale paniek te veroorzaken [Ref-11]. Wat telt zijn de overtuigingen van de mensen over de vluchtwegen. Als zij denken dat de vluchtwegen voor iedereen toegankelijk zijn, zullen ze niet in paniek raken.

Het soort vluchtgedrag dat achteraf als paniek wordt beschreven kan noodzakelijk zijn willen mensen enige kans hebben om te ontsnappen. Mensen kunnen in een positie worden gedwongen waarin zij niet in staat zijn onmiddellijk of op eigen initiatief te handelen, omdat zij zich te laat bewust worden van een potentieel gevaar en de beschikbare opties daardoor worden beperkt tot het te laat is. Paniek is daarmee een potentiële "aanjager" om "tegen beter weten in" toch een actie uit te voeren, die soms gunstig is om uit een benarde situatie te komen.

² Zie referentielijst: [Ref-3][Ref-4][Ref-5][Ref-6][Ref-11][Ref-12].

3.4 Niveaus van menselijk gedrag

Om het menselijk gedrag in ongewone, alarmerende of zelfs kritieke situaties in tunnels te begrijpen, is het mede van belang te begrijpen hoe mensen zich in het algemeen gedragen in normale omstandigheden en hoe ze van daaruit reageren op het optreden van gevaarlijke situaties. Menselijk gedrag onder normale omstandigheden (waaronder dus ook het rijden in tunnels) blijkt onderverdeeld te kunnen worden in drie verschillende gedragsniveaus [Ref-I I]:

- > Vaardigheden-gebaseerd (automatisch) gedrag;
- > Regel-gebaseerd gedrag;
- > Kennisgericht gedrag.

Vaardigheden-gebaseerd gedrag

Vaardigheden-gebaseerd gedrag is routinematig gedrag met de minste mentale inspanning, waarbij bestaande aangeleerde routines eigenlijk zonder na hoeven te denken worden toegepast. Vaardigheden-gebaseerd gedrag is het resultaat van een direct verband tussen het zien of horen van iets en het reageren daarop, zonder dat je daarover nadenkt. Dit soort automatische gedrag zal voor het handelen in vertrouwde omstandigheden dus sterk getraind zijn en vereist geen mentale middelen³. Informatie selectie werkt daardoor optimaal. Verkeerd gedrag dat niet past bij specifieke situaties wordt dan vaak veroorzaakt door onvoldoende waarnemingen.

Regel-gebaseerd gedrag

Regel-gebaseerd gedrag is een hoger gedragsniveau waarbij keuzes moeten worden gemaakt uit bekende opgeslagen regels, routines, werkinstructies en procedures. Het interpreteren van alledaagse situaties bevindt zich op het niveau van op regel-gebaseerd gedrag. Men weet welke aangeleerde regel moet worden toegepast wanneer men in een bepaalde situatie terechtkomt. Als mensen de verkeerde regel op een situatie toepassen, of de situatie verkeerd interpreteren en daarom een verkeerde regel kiezen, dan kan verkeerd menselijk gedrag het gevolg zijn. De oorsprong leidend tot verkeerd regel-gebaseerd gedrag (bijvoorbeeld snelheidsovertreding) lijkt daarom te liggen in een niet optimaal werkend werk geheugen (zie Tabel I).

Het regel-gebaseerde gedrag van individuele weggebruikers is het resultaat vertrouwen in geaccumuleerde individuele ervaringen die zijn opgedaan door blootstelling aan het vervoerssysteem. Als men door een tunnel rijdt is men bezig met de regel-gebaseerde taak "het bereiken van de bestemming". Wanneer een noodsituatie ontstaat is het aspect "taakovergang" van belang, waarbij moet worden overgeschakeld op de vaardigheden-gebaseerde taak "zichzelf in veiligheid brengen" waarmee veel minder ervaring is opgedaan. Dat kost minder moeite indien de informatie over de gewenste actie duidelijk is.

Kennisgerichte gedrag

Het hoogste gedragsniveau is kennisgericht gedrag, waarbij voor nieuwe situaties nagedacht moeten worden over wat te doen op basis van een intern model dat mensen hebben of maken van de situatie. Wanneer personen nieuwe situaties of locaties tegenkomen, bevinden ze zich meestal op het niveau van het kennisgerichte gedrag. Het is dit niveau dat de meeste mentale middelen van de drie type gedragingen vereist. Specifieke kennis die is opgedaan tijdens eerdere levenservaringen moet op elk moment worden toegepast op de nieuwe situatie, dus het is een zeer bewuste manier om informatie te interpreteren en erop te reageren.

Het is belangrijk op te merken dat deze beschrijving van op vaardigheden, regels of kennis gebaseerd gedrag vooral van toepassing is op ervaren bestuurders [Ref-11][Ref-12]. Onervaren bestuurders (met weinig tot geen trainingsuren) zullen zich meestal op het op kennis gebaseerde gedragsniveau bevinden: dit vergt veel van hun mentale middelen, d.w.z. informatieselectie, perceptie, werkgeheugen en responseselectie.

³ Rijden door tunnels is voor de meeste bestuurders een routine-activiteit, maar er zijn ook mensen met tunnelvrees, waarvoor dit nadrukkelijk niet geldt; zij zullen waarschijnlijk regel-gebaseerd gedrag vertonen in tunnels.

3.5 Analyse van gedragsniveaus in ongewone situaties

De discussie in deze paragraaf start met een algemene beschouwing over menselijk gedrag, die daarna ontwikkelt naar de onderzoeksvraag 1.

Wanneer een situatie zich vaak voordoet, ontwikkelt zich na verloop van tijd een gewoonte of gewoonte over hoe met die situatie moet worden omgegaan. De herkenning van die situatie leidt tot passend gedrag, zelfs zonder dat het nodig is te begrijpen wat er precies aan de hand is. Echter, het optreden van een incident in een tunnel, waarbij verkeer stopt in de tunnel en door de wegverkeersleider het evacuatiebedrijf wordt ingesteld, komt erg weinig voor en is daardoor geen gewone situatie. Een veel voorkomende reactie van een mens die een brand meemaakt, zo ook in een tunnel, blijkt ongelooft in de situatie en een onderschatting van het werkelijke risico. Dat resulteert in oriëntatie gedrag, dus onderzoeken wat er aan de hand is. Dit is duidelijk het geval in de beginfase van een brand met weinig rook en vuur. Op dat moment zijn er ook weinig mensen die bereid zijn te evacueren.

Er wordt gesteld dat in crisissituaties vaardigheden-gebaseerde gedrag moet worden omgezet in kennisgericht gedrag [Ref-11]. Deze taakovergang vergt tijd en het is moeilijk om het automatische rijgedrag te doorbreken. In die discussie is het wel van belang om onderscheid te maken tussen rijgedrag en vluchtgedrag!

Onder ongewone, zelden voorkomende omstandigheden zoals een calamiteit in een tunnel lijkt namelijk precies het tegenovergestelde aan de hand. Het gaat dan niet om rijgedrag, voertuigen zijn immers gestopt, maar om vluchtgedrag. Om weggebruikers snel aan te zetten tot vluchten moet juist een zeer snelle taakovergang worden bewerkstelligd, van vertwijfeling en terugvallen op kennisgericht gedrag naar eenduidige informatie dat aanzet tot automatisch gedrag om uit het voertuig te stappen en te vluchten. Automatisch, maar niet vaardigheid gebaseerd! Hoe vaardig moet iemand immers zijn om, zo simpel als het maar kan, uit een voertuig te stappen. Dat bereik je niet door die vaardigheid te trainen. Het is sowieso niet kosteneffectief om autobestuurders te trainen in vluchtgedrag in tunnels. Voorlichting kan wel helpen als aanvullende maatregel.

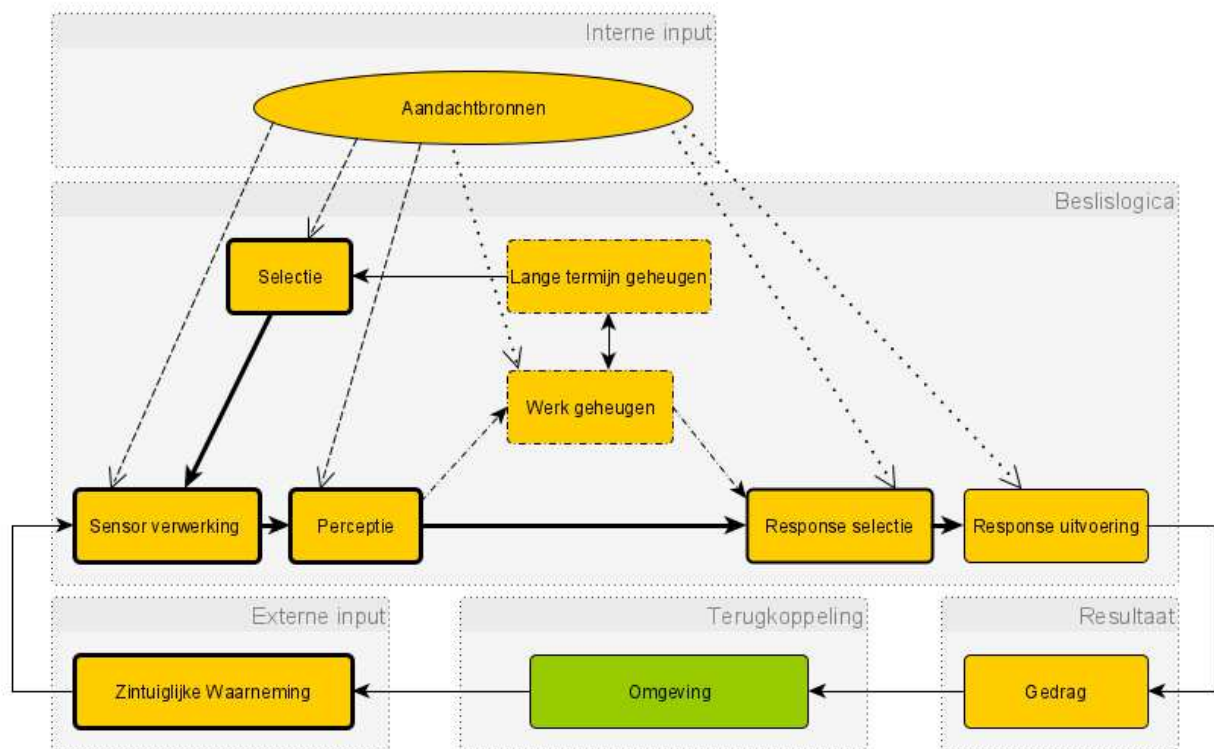
3.6 Gewenst en ongewenst gedrag in ongewone situaties

Zelfs wanneer bestuurders gewaarschuwd worden dat er brand is, zou een groot deel ervan doorrijden om uit de tunnel te geraken, om na te gaan of er werkelijk brand was ('oriënterend gedrag', wat wordt aangestuurd vanuit het werkgeheugen en de responseselectie om te gaan oriënteren). Een ander deel zou stoppen en zich in veiligheid brengen, terwijl weer een ander deel redenen had om hun auto niet te verlaten. Dit wordt ook wel de aarzelsfase genoemd, ingegeven door de aandachtbronnen. Conform het Wickens model kunnen aandachtbronnen o.a. het werkgeheugen en responseselectie aansporen om overlevingsmechanismen te blokkeren en zo een conflicterende alternatieve beslissing te nemen die leidt tot ongewenst gedrag. Vaak is er een groot publiekseffect, natuurlijk ingegeven door visuele waarneming en perceptie over wat goed gedrag is; als één persoon begint te handelen volgen anderen, maar als niemand reageert, handelt niemand.

In stressvolle situaties blijkt het zeer lastig om aangeleerde kennisgerichte "normale" gedragspatronen, gebaseerd op eerdere ervaring, te veranderen. Het probleem met stress en crisissituaties die de mens niet goed kent, is dat er overload ontstaat aan signalen in de hersenen die de cortex lam leggen en het nadenken over hoe te handelen sterk belemmert. Het is van vitaal belang dat nieuwe informatie op een duidelijke en begrijpelijke manier wordt gepresenteerd. Dergelijke nieuwe informatie vergemakkelijkt het nemen van de juiste beslissing over hoe te reageren en zich te gedragen in een kritieke situatie, ongeacht de input van aandachtbronnen en de diversiteit aan mogelijke individueel verschillende gedragsfactoren.

De taakovergang moet direct getriggerd worden door waarnemen met een minimum aan noodzaak tot nadenken om te begrijpen wat je moet doen. Dat wordt schematisch weergegeven in Figuur 2. In deze figuur zijn ten opzichte van het algemene Wickens model in Figuur 1 de belangrijkste onderdelen voor het bewerkstelligen van het gewenste gedrag nadrukkelijker met dikkere lijnen aangegeven. Met dunnere onderbroken lijnen zijn ook de minder belangrijke onderdelen aangegeven. Het gewenste gedrag bereik je door de te nemen actie, namelijk uitstappen uit het voertuig,

direct te laten waarnemen. Die response moet pakkend worden aangegeven, mogelijk zelfs dwingend gecommuniceerd in de gebiedende wijs.



Figuur 2: Weergave Wickens-model voor gewenst gedrag 'Uitstappen voertuig bij ontruimingsbericht in wegtunnel'

De crux zit hem hier in het creëren van een snelle taakovergang. Door eenduidig en duidelijk te zijn, inclusief urgentie in de boodschap te betrekken zorg je er in feite voor dat 'informatie selectie' zeer efficiënt werkt. Het overlevingsmechanisme dat in iedereen zit wordt getriggerd. Zoals met de pijlen in het Wickens model is aangegeven, wordt een eenduidig pad het meest efficiënt doorlopen vanaf zintuiglijke waarneming via perceptie direct naar responseselectie en respons uitvoering indien het parallelle pad via werkgeheugen naar responseselectie zo min mogelijk wordt betrokken. Die juiste response wordt zo namelijk pakkend aangegeven in de waargenomen boodschap, zodat nadenken en interpreteren niet nodig is.

4 Oplossingsrichtingen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag of er effectiever richting weggebruikers kan worden gecommuniceerd dat zij in geval van ontruimingsnoodzaak van de tunnel hun voertuig dienen te verlaten, om zichzelf daarna in veiligheid te brengen.

4.1 Een effectief ontruimingsbericht voor een wegtunnel

De analyse in hoofdstuk 3 aangevuld met de geraadpleegde literatuur heeft de volgende eisen opgeleverd die gesteld dienen te worden aan een ontruimingsbericht van een wegtunnel, ten einde weggebruikers te motiveren om uit hun voertuig te stappen:

- > ALLEEN activeren in geval van calamiteit met noodzaak tot ontruiming (brand/explosie gevaar);
- > Eén bericht dat synchroon klinkt over de tunnelluidsprekers en andere communicatiemiddelen;
- > Boodschap expliciet weergeven met twee verschillende vormen: auditief en visueel⁴, in hele incidentenbuis;
- > Goede spraakkwaliteit, (wordt conform LTS bereikt met vooraf opgenomen berichten (studiokwaliteit));
- > Voorkeur voor mannenstem (autoriteit, urgentie vs. vriendelijk verzoek);
- > Gegarandeerd altijd dezelfde tekst, niet geïmproviseerd met kans op variatie;
- > Weergeven in zowel Nederlands als Engels;
- > Positief gebiedende wijs, bijvoorbeeld “Verlaat uw auto”, maar niet “Blijft niet in de auto zitten”;
- > Kort en krachtig, dus geen onnodige niet veiligheid-kritische tekst;
- > Geautomatiseerd, waardoor werkbelasting wegverkeersleider niet toeneemt.

Op basis van deze eisen is, al lang geleden, een optimale structuur voorgesteld voor een kort en krachtig ingesproken boodschap, om in een tunnel af te spelen als ontruimingsbericht tijdens evacuatiebedrijf [Ref-9][Ref-10]. Deze structuur bestaat uit vijf eenvoudige elementen, die als volgt in chronologische volgorde kenbaar worden gemaakt:

1. De aandacht vestigen, om de taakovergang naar handelen in een noodsituatie te faciliteren;
2. Ontvankelijk maken, inclusief wennen aan stem;
3. Bevestigen van ernst van de situatie;
4. Aangeven gewenst gedrag;
5. Aangeven doel van het gewenste gedrag.

Elementen waardoor het bericht minder kort en krachtig zou worden dienen dus niet ingesproken te worden in het ontruimingsbericht, zoals onder andere:

- > Specifiek aanspreken van weggebruikers;
- > Voorstellen spreker, “Dit is de verkeerscentrale ...”;
- > Geen locatie afhankelijk berichten, maar hetzelfde bericht overal in hele tunnel;
- > Onnodige niet veiligheid-kritische tekst, bijvoorbeeld:
 - o Instructies over hoe de auto achtergelaten moet worden (langs de wand, motor uit, sleutels in het slot laten);
 - o Precieze aard van het incident;
 - o Exacte locatie van het incident in de tunnel.

Het voorstel voor zo’n ingesproken ontruimingsbericht, dat wederom al lang bekend is [Ref-9] en tevens is opgenomen in de LTS [Ref-8] en in de Leidraad Calamiteiten Bestrijding [Ref-13], is als volgt:

- > <gongslag> **Attentie, Attentie. Dit is een noodsituatie. Verlaat uw voertuig, verlaat de tunnel via de vluchtdeur.**
- > *Daarna hetzelfde bericht in het Engels*

⁴ Gelijktijdig horen en zien verhoogt vertrouwen in de boodschap. Prikkelen van andere zintuigen, zoals ruiken van rook en voelen van warmte, kunnen ondersteunend zijn bij de wil om te vluchten, maar maken geen onderdeel uit van de technische berichtgeving.

Het bericht is inderdaad kort en krachtig en kan per taal binnen 5 seconden worden afgespeeld. In LTS-conforme tunnels wordt dit gestandaardiseerde ontruimingsbericht door RWS toegepast. Hier als ook in de eerder uitgevoerde evaluatie van vluchtconcepten in Rijkstunnels [Ref-2] is niet onderzocht of het ontruimingsbericht in verschillende tunnels inderdaad identiek is aan het in de LTS gestandaardiseerde ontruimingsbericht.

4.2 Communicatiemiddelen om gedrag te beïnvloeden in gevaarlijke situaties in een tunnel

Welke technische middelen worden ingezet om in geval van een calamiteit te communiceren dat de tunnelbuis ontruimd moet worden en dat daarbij alle weggebruikers hun voertuig dienen te verlaten en te vluchten door de vluchtdeuren?

In eerste instantie dient het ingesproken ontruimingsbericht via de omroepinstallatie en luidsprekers in de gehele incidentbuis van de tunnel hoorbaar te zijn. Deze toepassing van de omroepinstallatie is reeds omschreven in de Rarvw en LTS⁵. Het is in LTS-conforme tunnels mogelijk is om in aanvulling op het standaardbericht ook een specifiek live-bericht ten gehore te brengen, indien de wegverkeersleider dit zinvol zou achten. Conform LTS worden autoradio zenders onderbroken, zodat berichten voor weggebruikers in de tunnel vanuit de omroepinstallatie beter verstaanbaar zijn.

Aanvullend kan verder ook hetzelfde ontruimingsbericht via andere middelen zichtbaar worden gemaakt aan automobilisten die de beschikking hebben over die middelen, zoals bijvoorbeeld [Ref-11][Ref-12]:

- > Autoradio (weergeven ontruimingsbericht op radio display)
- > Mobiele telefoons (lokaal noodbericht)
- > Routenavigatiesystemen (bericht, brand locatie op routekaart en evacuatie route)

De berichtgeving via deze middelen, die hier met nadruk als aanvullend wordt aangemerkt, zou natuurlijk iets uitgebreider kunnen zijn en iets meer niet veiligheid-kritische informatie kunnen bevatten. Hieraan wordt in deze rapportage verder geen aandacht gegeven. Bovendien zijn in Nederland de laatst genoemde twee middelen nog niet geïmplementeerd. Een positieve invloed mag verondersteld worden op het bereiken van het gewenste gedrag door de inzet van deze aanvullende visuele communicatiemiddelen, maar die bijdrage zal naar eigen inschatting gering zijn.

Behalve het omroepen van het ontruimingsbericht worden conform LTS bij het instellen van calamiteitenbedrijf onder andere de contourverlichting rondom vluchtdeuren ingeschakeld, de geleidingsverlichting richting de vluchtdeuren geactiveerd en tonen geluidsbakens "uitgang hier, exit here" boven de vluchtdeuren. Deze visuele voorzieningen zijn primair bedoeld om personen die in de incidentbuis lopen te helpen om de juiste vluchtroute te volgen in de richting van één van de vluchtdeuren naar het veilige middentunnelkanaal. Maar niet om te communiceren om het voertuig te verlaten.

Deze drie middelen worden hierna niet beschouwd als potentieel kansrijke oplossingsrichtingen voor het motiveren van weggebruikers om hun voertuig te verlaten. Ten eerste omdat de deelstappen van het vluchtproces na het verlaten van het voertuig buiten de afgebakende scope van dit onderzoek liggen (zie Hoofdstuk 2). Bovendien heeft de evaluatie van vluchtconcepten uitgewezen dat deze voorzieningen voldoen aan de doelstellingen van de LTS [Ref-2], waardoor verbetering ervan niet aan de orde is. Er is onderkend dat het activeren van deze voorzieningen mogelijk impliciet even bij kan dragen aan de perceptie van weggebruikers dat een normale situatie is overgegaan in een ongewone, mogelijk kritische situatie. Maar dat detail is geen aanleiding om hier kansrijke oplossingsrichtingen voor te vinden met betrekking tot het thema van dit onderzoek.

⁵ De Rarvw beschrijft o.a. gestandaardiseerde uitrusting voor nieuw te bouwen Rijkstunnels. De Landelijke Tunnelstandaard (LTS) van RWS is een nadere uitwerking van deze gestandaardiseerde uitrusting.

4.3 Kansrijke verbetering ontruimingsberichtgeving in tunnels

Welke kansrijke oplossingsrichtingen zijn mogelijk die invloed kunnen hebben op een toename van het gewenste gedrag, namelijk dat weggebruikers uit hun voertuig stappen in geval van een noodsituatie in een tunnel. Een overzicht van de uitgevoerde risicoanalyse naar oorzaken van het ongewenste menselijke gedrag en potentiële oplossingsrichtingen is opgenomen in bijlage B.

De vraagstelling van dit onderzoek naar kansrijke oplossingsrichtingen impliceert dat ondanks de reeds bestaande voorzieningen het huidige ontruimingsbericht mogelijk nog steeds onvoldoende duidelijk wordt gecommuniceerd of dat de gestandaardiseerde tekst zelf van het bericht nog verder verbeterd kan worden. Onduidelijk blijft in welke mate de gestandaardiseerde tekst van het ontruimingsbericht in LTS-conforme wegtunnels daadwerkelijk is toegepast.

De aspecten van de berichtgeving die dan wel mogelijk kansrijk kunnen zijn om het gewenste gedrag waarover we het hebben in dit onderzoek te bevorderen zijn volgens onze inschatting:

- > Inzet van visuele middelen voor communiceren ontruimingsbericht;
- > Verbeteren van de tekst van het ontruimingsbericht;
- > Educatie en voorlichting.

Om grip te krijgen om de kansrijkheid van voorgestelde oplossingsrichtingen af te kunnen wegen worden per oplossingsrichting de volgende criteria gehanteerd:

- > Effectiviteit: de mate waarin de voorgestelde oplossingsrichting bijdraagt aan het doel om effectiever naar weggebruikers communiceren, voor of tijdens het incident, dat zij hun voertuig dienen te verlaten, zodat zij de vluchtroute kunnen gebruiken en zichzelf in veiligheid kunnen brengen;
- > Doelmatigheid: mate waarin de oplossingsrichting voorziet in het behalen van het doel met een zo beperkt mogelijke inzet van middelen;
- > Implementatietermijn: de verwachte duur waarin de oplossingsrichting tot uitvoering kan worden gebracht;
- > Draagvlak: mate waarin de betrokken actoren de oplossingsrichting herkennen of steunen.

Inzet van visuele middelen voor communiceren ontruimingsbericht

Een van de eisen gesteld in paragraaf 4.1 is om het ontruimingsbericht minimaal op twee verschillende manieren te communiceren, dus behalve auditief óók visueel⁶, in de gehele incidentenbuis. Niet als aanvullend middel en ook niet met als doel om de bedrijfszekerheid van de berichtgeving te verhogen door redundantie. Maar wel om via twee verschillende complementaire middelen, auditief en visueel samen, hetzelfde bericht expliciet te communiceren. Daarmee neem je eventuele twijfel weg bij de automobilist, waardoor de interpretatie van de boodschap van het ontruimingsbericht nog eenduidiger wordt en de automobilist nog minder hoeft na te denken over zijn volgende actie. De aanspraak op het werkgeheugen neemt af, hetgeen minder weerstand geeft om de beoogde in Figuur 2 weergegeven gewenste automatische response ook daadwerkelijk te bereiken na het horen én zien van het ontruimingsbericht.

Het ontruimingsbericht kan met informatieborden, eventueel aangevuld met een knipperend alarmlicht, visueel worden weergegeven. De structuur van het complementaire ontruimingsbericht in de tunnel wordt dan:

Auditief

- > < gongslag >
- > Hoorbaar maken van ingesproken 'Tekst bericht' (via luidsprekers van de omroepinstallatie)
- > Daarna Engels

EN gelijktijdig

Visueel

- > < Knipperlicht >
- > Weergegeven geprogrammeerd 'Tekst bericht' (zichtbaar op informatieborden)
- > Daarna Engels

⁶ Gelijktijdig horen en zien verhoogt vertrouwen in de boodschap. Prikkelen van andere zintuigen, zoals ruiken van rook en voelen van warmte, kunnen ondersteunend zijn bij de wil om te vluchten, maar maken geen onderdeel uit van de technische berichtgeving.

In Nederland wordt deze visuele berichtgeving weergegeven met rode tekst via alarmborden complementair aan het omroepbericht tot nu toe alleen toegepast in de Westerscheldetunnel⁷. Waarom dat zo is, is ons niet bekend. Verder, hoewel het toepassen van rode tekst voor de hand ligt, omdat rood vaak wordt geassocieerd met waarschuwing voor gevaar, zijn er ook aanwijzingen die erop duiden dat een deel van met name de mannelijke bevolking daar moeite mee zou hebben. Zou witte of gele tekst dan niet net zo goed of zelfs beter kunnen zijn? De keuze van de beste kleur waarin het ontruimingsbericht moet worden weergegeven is hier niet verder onderzocht. Er is geen onderzoek bekend waaruit blijkt hoe effectief die visuele berichtgeving in de Westerscheldetunnel is om weggebruikers te laten uitstappen na ontruimingsbericht. Tenslotte, in het geval dat visuele ontruimingsberichtgeving in meerdere tunnels gaat worden toegepast dan zou dat in de LTS verankerd dienen te worden.

Effectiviteit	Verwachting gematigd positief, aan de eisen gesteld in §4.1 kan worden voldaan. Kanttekening is dat te weinig ervaring is opgedaan met testen van deze maatregel in representatieve situaties.
Doelmatigheid	Beperkt, mede doordat een calamiteit in LTS-conforme wegtunnels in Nederland zeer gering is, wat mogelijk niet rechtvaardigt om in bestaande tunnels deze nieuwe maatregel te ontwerpen en te implementeren.
Implementatietermijn	Geschat enkele jaren, technisch relatief eenvoudige oplossing. Ook het proces van evaluatie en daarna verankeren van zo'n nieuwe voorziening in de LTS kost tijd.
Draagvlak	Onbekend, standaardiseren in LTS nodig voor uitrol in meerdere tunnels

Verbeteren van de tekst van het ontruimingsbericht

De juistheid van het huidige gestandaardiseerde bericht betwisten wij niet. Onze analyse van het gestandaardiseerde ontruimingsbericht is dat er, met behoud van de structuur, wel eventueel nog ruimte is om de eenduidigheid ervan te optimaliseren. Intentioneel aanzetten van gewenst automatisch menselijk overlevingsgedrag is gebaat bij een zo eenduidig mogelijke manier van communiceren van de boodschap.

In “Dit is een noodsituatie” is noodsituatie onbepaald. Zo geeft dat deel van het bericht onvoldoende antwoord op het type en de ernst van zo'n noodsituatie. En daardoor motiveert die bewoording in eerste instantie mogelijk tot onnodige nieuwsgierigheid, nadenken en oriëntatiegedrag. Het werkgeheugen wordt zo mogelijk onvoldoende ontlast om de gewenste automatische response (zie Figuur 2) te bewerkstelligen op basis van directe gelijktijdig hoorbare en zichtbare waarneming van het ontruimingsbericht met de boodschap om het voertuig te verlaten.

Verder klinkt het woord ‘noodsituatie’ minder ernstig dan bijvoorbeeld ‘gevaar’ of ‘brand’.

Hetzelfde geldt voor ‘Attentie’. Een alternatieve keuze zou zijn ‘Alarm’.

Ook klinkt ‘Stap uit uw voertuig’ nog eenvoudiger dan ‘Verlaat uw voertuig’, met volledig behoud van de betekenis. Tenslotte, ‘Verlaat de tunnel via de vluchtdeur’ verkorten tot ‘Ga naar een vluchtdeur’ of ‘Verlaat de tunnel’.

Op basis hiervan geven wij als oplossingsrichting onze suggestie ter overweging door RWS als mogelijk alternatief voor het huidige ingesproken ontruimingsbericht, namelijk:

- > <gongslag> **Alarm, Alarm. Er is gevaar. Stap uit uw voertuig. Verlaat de tunnel.**
- > Daarna hetzelfde bericht in het Engels

Visueel kan dit bericht nog korter worden weergegeven, waarbij het laatste deel, het doel, eventueel zelfs kan komen te vervallen. Om mensen uit te laten stappen toon je simpelweg ‘Stap uit’. De overige visuele voorzieningen (geleidingsverlichting en contourverlichting en groene pictogrammen bij vluchtdeuren) zijn dan reeds geactiveerd om mensen naar de dichtstbijzijnde veilige vluchtdeur te geleiden en zo impliciet aanzetten tot verlaten van de tunnel.

Een validatie van onze suggestie is in het kader van deze opdracht niet uitgevoerd.

⁷ zie ook afbeelding op de voorpagina van dit rapport.

Effectiviteit	Enigszins verbeterde eenduidigheid
Doelmatigheid	Ja, slechts veranderen nodig van ingesproken tekst en opnemen in LTS
Implementatietermijn	Het valideren van de 'beste' tekst voor het ontruimingsbericht neemt enige tijd in beslag. Opnemen van een nieuw spraakbericht is de kortste stap. Een snelle distributie van het bericht en uitrol naar alle LTS-conforme tunnels kost enige moeite, maar lijkt ons een kwestie van goed organiseren.
Draagvlak	Met een gevalideerd oordeel omtrent de meest optimale tekst van een ontruimingsbericht kan eventuele twijfel en weerstand tegen veranderen van de in LTS verankerde gestandaardiseerde tekst worden weggenomen.

Sowieso lijkt het ons, voor een optimale eenduidigheid, een goed idee om in alle Nederlandse tunnels precies hetzelfde gestandaardiseerde ontruimingsbericht toe te passen.

Educatie en voorlichting

Wij veronderstellen het, zoals je ook aantreft in de bestudeerde literatuur, als aannemelijk dat automobilisten met enige bekendheid met vluchtmogelijkheden in tunnels en met de voordelen van gewenst vluchtgedrag in tunnels sneller geneigd zullen zijn om te vluchten. Het ligt nogal voor de hand om in te zetten op grootschalige voorlichtingsprogramma's en educatie, bijvoorbeeld als onderdeel van het rijvaardigheidsexamen. De toename in kennis over vluchtvoorzieningen in wegtunnels bevordert mogelijk bepaalde regel-gebaseerd gedragspatronen van autobestuurders, waardoor men sneller begrijpt wanneer vluchten nodig is en hoe.

Kennis wordt verankerd in het lange termijn geheugen en zet aan tot meer nadenken door het korte termijn werkgeheugen. Die kennis vermindert mogelijk de kans op stress wanneer men in een wegtunnel door een calamiteit wordt getroffen. En de juiste kennis opgedaan vooraf beïnvloedt ook in positieve zin de noodzaak tot het verlaten van het voertuig.

Die kennis draagt echter niet bij aan het hier beschouwde principe van motiveren van het gewenste gedrag op basis van directe waarnemingen om daarna juist het werkgeheugen minder te belasten met informatie. Educatie en voorlichting biedt dus, zoals hier aan de hand van het Wickens model is besproken, onvoldoende garanties dat, rekening houdend met alle overige gedragsfactoren, ook inderdaad direct wordt overgegaan tot het gewenste automatische vluchtgedrag, zoals schematisch werd weergegeven in Figuur 2, zodra het ontruimingsbericht hoorbaar en zichtbaar wordt geactiveerd. Al met al, in de beschouwing van het betoog hiervoor, dient educatie en voorlichting ons inziens slechts als aanvullende weinig effectieve oplossingsrichting. Het is bovendien zeer lastig te bepalen in welke mate de opgedane kennis bijdraagt aan het uiten van het gewenste gedrag.

Effectiviteit	Weinig. Geen direct voordeel om het gewenste automatische vaardigheid-gerichte gedrag te bevorderen. Echter, indirect helpt kennis over vluchtmogelijkheden in tunnels wel stress verlagend, waardoor sneller conform een ontruimingsbericht zou worden gehandeld.
Doelmatigheid	Onbekend. Er is geen literatuur bestudeerd waaruit zou blijken dat met deze maatregel inderdaad is bereikt dat meer weggebruikers hun voertuig verlaten. Verder is niet nagegaan welke kosten gepaard gaan met het opzetten van extra landelijke voorlichting en educatie, maar de inschatting is dat die hoog zijn. Anderzijds zal dat niet alleen zijn toegespitst op het verlaten van een voertuig, maar ook op andere kennis met betrekking tot veilig vluchten uit wegtunnels in geval van een calamiteit.
Implementatietermijn	Wordt reeds geïmplementeerd (zie website RWS met documenten en instructiefilmpjes m.b.t. het gewenste gedrag in tunnels bij incidenten en brand. Ook het Kennisplatform Tunnelveiligheid (KPT), gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), ontwikkelt aanvullend voorlichtingsmateriaal.
Draagvlak	Ja, aangezien educatie en voorlichting reeds plaatsvindt.

5 Conclusie

De vraagstelling voor het uitgevoerde onderzoek is geweest: Hoe kan er in geval van ontruimingsnoodzaak in een LTS-conforme wegtunnel naar weggebruikers beter dan momenteel het geval is worden gecommuniceerd dat zij hun voertuig dienen te verlaten, om vervolgens de tunnel te verlaten?

In de huidige situatie wordt in geval van brand- en/of explosiegevaar in een tunnel door de wegverkeersleider het calamiteitenbedrijf ingesteld. En volgens standaard procedure [Ref-8] volgt daarop ook het instellen van evacuatiebedrijf, dus ontruimingsnoodzaak van de wegtunnel. Dan wordt onder andere ingesproken berichtgeving in LTS-conforme wegtunnels hoorbaar gemaakt via de luidsprekers van de omroepinstallaties om automobilisten uit te laten stappen en te vluchten via de vluchtdeuren. Om de hoorbaarheid van het ontruimingsbericht in de tunnel te verbeteren worden onder andere aanvullend en conform LTS ook bepaalde uitzendingen via autoradio's onderbroken.

Beoogd is enerzijds om het ongewenste menselijke gedrag te verklaren waarom sommige weggebruikers hun voertuig niet verlaten in geval van ontruimingsnoodzaak in een tunnel. En anderzijds om op basis van een verklaring van dat ongewenste gedrag te bepalen of er kansrijke oplossingsrichtingen bestaan om het gewenste gedrag van weggebruikers bij calamiteiten in wegtunnels te beïnvloeden, waarbij zij dus wel tijdig hun voertuig verlaten volgens het luidende ontruimingsbericht. Uit het onderzoek voortgekomen potentieel kansrijke oplossingsrichtingen zijn beoordeeld naar verwachte effectiviteit, doelmatigheid, implementatietermijn en draagvlak bij betrokken actoren.

In de analyse is gebruik gemaakt van het “Human information processing model” van Wickens om gericht de bepalende elementen van het gewenste menselijk gedrag, en oorzaken voor het ongewenste gedrag te identificeren. Als basis voor die analyse dienden de resultaten verzameld tijdens enkele brainstormsessies en het bestuderen van literatuur. Aan de hand van het Wickens model valt goed uit te leggen, dat het voorkomen van het betreffende ongewenste gedrag in dit geval het beste kan worden beïnvloed door de boodschap over het gewenste gedrag expliciet en eenduidig zo waar te laten nemen dat die zonder veel nadenken vrijwel automatisch wordt opgevolgd. Dat inzicht vormt de basis voor het voorstellen van de volgende potentieel kansrijke oplossingsrichtingen:

- Gelijktijdig communiceren van zowel het auditieve ontruimingsbericht als het tonen van datzelfde bericht met visuele middelen in de tunnelbuis. De verwachte effectiviteit hiervan is ons inziens gematigd positief. In de Westerscheldetunnel is deze oplossingsrichting al geïmplementeerd. De doelmatigheid van het doorvoeren in andere tunnels lijkt beperkt vanwege de nodige investeringen voor ontwerp en aanleg in andere tunnels. De implementatietermijn ervan in ordegrrootte van enkele jaren zou mogelijk moeten. Dat zal mede afhangen van draagvlak om informatieborden waarmee de tekst van het ontruimingsbericht wordt getoond op te nemen in de LTS. Qua draagvlak is voor deze oplossingsrichting echter geen beeld ontwikkeld. Maar doordat een calamiteit in LTS-conforme wegtunnels in Nederland zeldzaam is, zouden hoge investeringen in die oplossingsrichting mogelijk niet te rechtvaardigen zijn;
- Verbeteren van de tekst van het in de LTS gestandaardiseerde ontruimingsbericht. Door een optimale woordkeuze ervan moet bij automobilisten in gestopte voertuigen in een tunnel waarin zich een calamiteit voordoet de urgentie om uit het voertuig te stappen om te vluchten nog eenduidiger doordringen. Dit betreft een kleine verandering, waarvan de verwachte effectiviteit relatief gering is. Als oplossingsrichting is een suggestie ter overweging aangegeven, die hier niet is gevalideerd.
- Educatie en voorlichting. De maatregel om kennis over vluchtconcepten op te nemen in rijexamens en voorlichting te geven ligt bij RWS reeds in het vizier. Die kennis vooraf beïnvloedt in positieve zin het juist handelen van weggebruikers bij een calamiteit in een tunnel. Echter, als oplossingsrichting voor de vraagstelling van dit onderzoek is deze geduid als weinig effectief. Immers, de kennis leidt vooral tot regelgebaseerd gedrag, terwijl het meest effectieve gewenste menselijk gedrag van uitstappen uit het voertuig in dit onderzoek is geïdentificeerd als direct door zintuiglijke waarneming geactiveerd, automatisch gedrag.

Referenties

- [Ref-1] Gedrag weggebruikers en hulpverlening bij tunnelincidenten en –oefeningen, Vraagspecificatie Nadere Overeenkomst SROK ID P2, Rijkswaterstaat (GPO), 31176858, 22 februari 2022
- [Ref-2] A. Houthuijzen & M. Bolle, Evaluatie Vluchtconcepten Rijkstunnels, Royal Haskoning DHV, T&P-BG9694-100-101-R005-F1.1, 17 juli 2020
- [Ref-3] D. Nilsson, et al., Evacuation experiment in a roadtunnel: A study of human behaviour and technical installations, Fire Safety Journal 44, p458–p468, 2009
- [Ref-4] S. Caroly, et al., Analysis of danger management by highway users confronted with a tunnel fire, Safety Science 60, p35–p46, 2013
(<https://www.sciencedirect.com/journal/safety-science>)
- [Ref-5] M.H. Martens & G.D. Jenssen, Human Behaviour in Tunnels. What further steps to take?, Fifth International Symposium on Tunnel Safety and Security, New York, USA, March 14-16, 2012
- [Ref-6] Penelope Lynn Burns & Garry Stevens, Human behaviour during an evacuation scenario in the Sydney Harbour Tunnel, Australian Journal of Emergency Management 28(1):p20-p27, 2013
(<https://www.researchgate.net/publication/235660047>)
- [Ref-7] M. van de Laarschot & H. Vis, Onderzoek brandbestrijding tunnels - Openhouden vluchtdeuren, Delta Pi, 22.547-P22.005.03-LAM-VIH, 3 december 2022
- [Ref-8] Landelijke Tunnel Standaard, Rijkswaterstaat, versie 1.2 SP2 B3, 2021
- [Ref-9] L.C. Boer et al., Geautomatiseerde omroepberichten in verkeerstunnels, TNO, TNO-DV3 2006 M038, juni 2006
- [Ref-10] L.C. Boer, Gedrag van automobilisten bij evacuatie van een tunnel, TNO, M-02-C034, 24 mei 2002
- [Ref-11] PIARC, Human factors and road tunnel safety regarding users, Technical Committee C3.3 Tunnel operations of World Road Association (PIARC), 2008R17, ISBN:2-84060-218-0, 2008 (www.piarc.org)
- [Ref-12] PIARC, Improving safety in road tunnels through real-time communication with users, Technical Committee C3.3 Tunnel operations of World Road Association (PIARC), 2016R06EN, ISBN:978-2-84060-384-9, 2016 (www.piarc.org)
- [Ref-13] Leidraad calamiteitenbestrijding - Format calamiteitenbestrijdingsplan, Rijkswaterstaat, Versie 1.0, Release 1.2, 8 oktober 2012
- [Ref-14] P.J. Van Gestel et al. (Delta Pi), FMECA Failure Mode and Effect Analysis, Sigma, Kwaliteit in de praktijk, F20, maart 2004
- [Ref-15] OPSCHep-model, Handleiding kwantitatieve analyse menselijk handelen bij waterkeringen, versie 1.0, juli 2013

Bijlage A: Menselijk gedrag en gedragsbeïnvloeding

Menselijk gedrag is gedefinieerd (vanuit Wikipedia) als het geheel van acties en reacties van een individu, gewoonlijk met betrekking tot de natuurlijke omgeving en de sociale omgeving. Gedragswetenschappen, maken onderscheid tussen uitwendig, voor derden waarneembaar gedrag, en inwendig, innerlijk gedrag zoals denken en voelen.

Gedrag wordt beïnvloed door in- en uitwendige factoren. Als inwendige factor bepaalt motivatie grotendeels de kans dat een bepaald gedrag uitgevoerd wordt. Daarbij kunnen het hormoonstelsel en het zenuwstelsel de motivatie beïnvloeden. Hormoon- en zenuwstelsel worden in hun werking weer beïnvloed door factoren als de hoeveelheid (zon)licht en de hoogte van de temperatuur. Uitwendige factoren zijn prikkels die het organisme zintuiglijk waarneemt: ziet, hoort, ruikt, proeft of voelt.

Gepland gedrag wordt hoofdzakelijk bepaald door intentie. En intentie volgt weer uit drie factoren:

- > Gedragsovertuiging: het belang dat aan het gedrag en het gevolg daarvan wordt gehecht;
- > Subjectieve opvatting normen: hoe de omgeving over dat gedrag denkt;
- > Zelfeffectiviteit: de ingeschatte vaardigheid tot beheersing van gedrag.

Individueel gedrag wordt ook bepaald door erfelijke factoren en leerprocessen. Gedrag van een pasgeboren organisme is vooral erfelijk bepaald. Naarmate je ouder wordt, ontwikkelt het gedrag zich door leerprocessen tijdens leven. Er ontstaat een aangepast gedrag dat de overlevingskansen van het organisme vergroot. Soorten leerprocessen zijn:

- > Inprenting: het leren van iets dat alleen in een bepaalde korte levensperiode aangeleerd kan worden. Bv. het leren herkennen van ouders;
- > Gewenning: het afleren van een reactie op een prikkel, na herhaaldelijke blootstelling aan die prikkel;
- > Conditionering: het aanleren van gedrag middels beloning of via een straf.
Hieronder vallen:
 - proefondervindelijk leren;
 - aanleren van gedragingen bij een bepaald commando;
 - aanleren van gedrag dat bij een andere prikkel hoort;
- > Imitatie: het aanleren van gedrag door het nadoen van gedrag van soortgenoten;
- > Inzichtelijk leren: het oplossen van een probleem in een onbekende situatie, door verschillende opgedane ervaringen van vroeger te combineren.

Bijlage B: Risicoanalyse functioneel model menselijk gedrag

In deze bijlage wordt de Functionele Failure Mode and Effect Analyse (FMEA) [Ref-14] toegepast op het functionele Wickens Human information processing model (zie hoofdstuk 3). Deze risicoanalyse is uitgevoerd in het kader van dit onderzoek als onderdeel van een interne brainstormsessie.

Door het Wickens model worden onderdelen van het menselijke centrale zenuwstelsel in hun onderlinge samenhang met elkaar in verband gebracht om inzicht te krijgen hoe die onderdelen invloed hebben op functies van menselijk gedrag. In Tabel 1 is voor elk onderdeel de functie gedefinieerd. Dat vormt het startpunt voor de analyse.

Als kapstok wordt uitgegaan van één hoofdfunctie: 'Vluchten weggebruiker bij ontruimingsnoodzaak in tunnels'. Deze hoofdfunctie valt op te splitsen de deelfuncties: 1) Verlaten voertuig, 2) Vluchten uit tunnel via (geopende) vluchtdeur. Deze FMEA analyse beperkt zich uitsluitend tot het ongewenste menselijke gedrag met betrekking tot deelfunctie 1, dus het niet of niet tijdig verlaten van het voertuig in geval van ontruimingsnoodzaak in een tunnel. Met het Wickens-model is dat ongewenste gedrag weergegeven in Figuur 2.

De FMEA is in essentie een veel toegepaste risicoanalyse techniek. Door een proces van 'risico-denken' wordt uitgaande van mogelijke faalwijzen van functies en deelfuncties, gezocht naar diverse potentiële oorzaken van zulke faalwijzen en de effecten die daardoor worden veroorzaakt. Een eerste stap in dat proces is het volgende lijstje van hoofdoorzaken van ongewenst menselijk gedrag van een automobilist in zo'n situatie:

- > Niet Weten (Niet kunnen weten, Niet herkennen, Niet erkennen, etc.);
- > Niet Willen (Niet willen, iets anders willen, etc.);
- > Niet Kunnen (Fysieke persoonlijke beperkingen, beperkingen omgevingen, etc.).

Onderliggende oorzaken worden geïdentificeerd. Om de ongewenste oorzaken te voorkomen of te beheersen worden daarna maatregelen, in dit geval potentieel kansrijke oplossingsrichtingen voorgesteld. In deze analyse wordt vooral gekeken naar oorzaken die leiden tot het ongewenste gedrag van 'Niet Verlaten voertuig' in geval van ontruimingsnoodzaak in een LTS-conforme wegtunnel. Het resultaat van deze analyse wordt hierna in de vorm van een FMEA tabel gepresenteerd. Deze FMEA dient als basis voor het vervolg van de analyse die in dit rapport is beschreven.

ID	Onderdeel Functie	Gidswoord	Functionele faalwijze	Oorzaak	Effect	Gevolgen	Risico Niet uitstappen bij ontruimingsbericht in tunnel	Niet weten	Niet kunnen	Niet willen	Niet durven	Maatregelen	Opgenomen in LTS / Rarvw	Opmerking
1001	Zintuiglijke waarneming - Horen ontruimingsbericht omroep Ontvangen externe stimuli	Te weinig / Onvoldoende	Te weinig horen	Overstijgend geluid andere geluidsbronnen, met hoge niveaus van achtergrondlawaai van voertuigen, mensen en het ventilatiesysteem	Onduidelijkheid over gevaarlijke situaties in tunnels	Geen hoorbare informatie die motiveert om voertuig te verlaten	Groot	x				Het gebruik van omroepinstallatie via luidsprekers verhoogt de kans aanzienlijk dat tunnelgebruikers hun auto verlaten en evacueren. Luidsprekers zijn er al. Het gaat er vooral om hoe die te gebruiken. Dus hoe luid, welke berichten, wanneer, hoe vaak, welke locatie, en door wie. ontwerp van tunnelventilatiesystemen en de configuratie luidsprekers zodanig integreren dat hoorbaarheid in de meeste situaties kan worden gegarandeerd; Geluidsabsorberende bekleding	Ja	Ruiken, proeven, voelen worden hier niet beschouwd
1002	Zintuiglijke waarneming - Horen ontruimingsbericht omroep Ontvangen externe stimuli	Niet	Niet horen omroepberichtgevin g door overstijgend geluid radio	Autoradio niet uitgezet	Verkeersborden waar te nemen frequenties niet of niet tijdig waargenomen	Geen hoorbare informatie die motiveert om voertuig te verlaten	Medium	x				Aanvullende maatregel; Radio uitzetten tijdens weergave omroepinstallatie;	Ja	Wordt al toegepast, dus geen additionele kansrijke oplossingsrichting
1003	Zintuiglijke waarneming - Zien radioberichten Ontvangen externe stimuli	Niet	Niet zien berichtgeving via radiodisplay	Autoradio aangezet, op andere radiokanalen	Berichtgeving slechts via een beperkt aantal frequenties uitgezonden, Niet overschakelen op de aangegeven frequenties	Geen extra stimulus om voertuig te verlaten	Klein	x				Aanvullende maatregel; Uitbreiding radiofrequenties voor visuele berichtgeving in tunnel.	Ja	
1004	Zintuiglijke waarneming - Horen andere berichten Ontvangen externe stimuli	Niet	Niet horen berichtgeving via mobiele telefoon of navigatiesysteem	Niet alle apparaten hebben de nodige software cq. functionaliteit om lokale noodberichten door te geven aan automobilist.	Geen additionele informatievoorziening over lokale calamiteit	Geen extra stimulus om voertuig te verlaten	Klein	x				Gebruik maken van het mobiele telefoonnet om berichten naar de tunnelgebruikers te sturen. Gesproken alarmbericht wordt verzonden naar mobiele telefoons in aangewezen gebieden (geografische cellen)	Nee	Waarschijnlijk effectiever voor langzaam ontwikkelende calamiteit dan voor directe calamiteit
1005	Zintuiglijke waarneming - Zien andere berichten Ontvangen externe stimuli	Anders dan	Slecht begrijpen berichtgeving via mobiele telefoon of navigatiesysteem	Bericht omroepinstallatie niet hetzelfde als berichten via andere apparatuur	Indien niet synchroon met omroepbericht dan mogelijk te onduidelijk, teveel onnodige informatie	Informatief, kan sommige automobilisten mogelijk stimuleren om uit te stappen, maar anderen wellicht niet	Medium	x				Gebruik maken van het mobiele telefoonnet om berichten naar de tunnelgebruikers te sturen	Nee	Waarschijnlijk effectiever voor langzaam ontwikkelende calamiteit dan directe calamiteit; Zichtbare SMS alarmbericht verzenden naar mobiele telefoons in aangewezen gebieden (geografische cellen) Onderzoek nodig om effectiviteit aan te tonen.
1006	Zintuiglijke waarneming - Zien ontruimingsbericht Ontvangen externe stimuli	Niet	Niet zien	Geen inzet specifieke visuele middelen voor communiceren van ontruimingsbericht	Alleen noodbericht via auditieve middelen	Mogelijke onzekerheid en misinterpretatie van noodbericht	Medium	x				Inzet visuele middelen met boodschap ontruimingsbericht (eventueel zoals nu wel bij Westerscheldetunnel al is doorgevoerd)	Nee	Niet te beschouwen als slechts aanvullend, maar als complementaire maatregel naast ingesproken omroepbericht
1007	Zintuiglijke waarneming - Zien andere informatie Ontvangen externe stimuli	Niet	Niet begrijpen vluchtgedrag andere automobilisten	Geen directe gesprekken tussen soms in paniek vluchtende weggebruikers.	Veelal heeft het zien van vluchtgedrag door andere mensen een positief effect op de wil om ook uit te stappen.	Volgen gedrag van anderen.	Medium			x		Geen	n.v.t.	

ID	Onderdeel Functie	Gidswoord	Functionele faalwijze	Oorzaak	Effect	Gevolgen	Risico Niet uitstappen bij ontruimingsbericht in tunnel	Niet weten	Niet kunnen	Niet willen	Niet durven	Maatregelen	Opgenomen in LTS / Rarvw	Opmerking
1008	Zintuiglijke waarneming - Zien andere informatie Ontvangen externe stimuli	Verkeerd	Inconsistentie auditieve en visuele informatie	Verschil in weergaven evacuatie boodschap	Verwarring	Mogelijke onzekerheid en misinterpretatie van noodbericht, niet leidend tot automatisch vluchtgedrag	Medium	x				Auditieve en visuele ontruimingsbericht (rood gekleurd) dient precies hetzelfde te zijn;	Nee	Nooduitgangen dienen zichtbaar en groen te zijn, aangeduid met grote evacuatieborden dicht of zelfs op de deur
2001	Sensor verwerking Opslaan en doorgeven externe stimuli	Verkeerd	Niet begrijpen audiobericht	Niet verstaan gesproken bericht	Twijfel over vervolgacties	Mogelijke onzekerheid en misinterpretatie van noodbericht, niet leidend tot automatisch vluchtgedrag	Medium	x				Berichten (audio en visueel) ten minste tweetalig: in de taal/talen van het thuisland en in het Engels	Gedeeltelijk	Standaard ingesproken berichten opgenomen in LTS
2002	Sensor verwerking Opslaan en doorgeven externe stimuli	Teveel	Teveel informatie verwerken	Uitfilteren relevante informatie niet efficient	Twijfel over vervolgacties	Mogelijke onzekerheid en misinterpretatie van noodbericht, niet leidend tot automatisch vluchtgedrag	Medium	x				Duidelijke en beknopte berichten zijn nodig om voertuigen te verlaten en te evacueren. De waarschuwing om te evacueren moet van verschillende (minstens 2 kanten komen (visueel, auditief)	Ja	Echter, bericht zelf zou nog beter kunnen
2003	Sensor verwerking Opslaan en doorgeven externe stimuli	Onvoldoende	Onvoldoende eenduidige berichtgeving	Gesproken bericht niet altijd precies hetzelfde; toon spreker wijzigt met gemoedstoestand spreker	Verwarring, Toename onduidelijkheid,	Toename passiviteit, niet leidend tot automatisch vluchtgedrag	Hoog	x				Ingesproken spraakberichten via omroepinstallatie; Automobilisten zullen zo'n bericht eerder begrijpen, wat tevens de werkdruk van de wegverkeersleider doet afnemen, hetgeen de veiligheid vooral bevordert bij incidenten met ontruimingsnoodzaak	Ja	
3001	Informatie selectie Filteren relevante informatie externe stimuli	Onvoldoende	Onvoldoende filteren relevante informatie	Invloed van aandachtsbronnen; Aangeleerde regels niet juist geselecteerd.	Filteren informatie voor juiste beslissing overlevingsgedrag werkt niet goed.	Mogelijke onzekerheid en misinterpretatie van noodbericht, niet leidend tot automatisch vluchtgedrag	Hoog	x				Neutraliseren invloed bepaalde negatieve aandachtsbronnen door berichtgeving kort, bondig begrijpelijk en duidelijk over te brengen (auditief EN visueel)	Nee	Over gewenst gedrag moet hier niet teveel worden nagedacht.
4001	Perceptie Vormen van perceptie beelden	Verkeerd	Verkeerde perceptie over mogelijkheid tot ontsnappen	Men denkt dat uitgangen beperkt zijn of gesloten worden	Individen denken dat hij/zij alleen kunnen ontsnappen als hij/zij anderen voor zijn	Paniek	Nee, indien paniek leidt tot uitstappen; Ja, als gestopt voertuig gaat	x			x	Neutraliseren invloed bepaalde negatieve aandachtsbronnen door berichtgeving kort, bondig begrijpelijk en duidelijk over te brengen (auditief EN visueel)	Gedeeltelijk	Groene indicaties vluchtwegen in tunnel suggereren dat deze vrij toegankelijk is.
4002	Perceptie Vormen van perceptie beelden	Verkeerd	Verkeerde perceptie	Perceptie om door anderen te worden gered ipv zelfredzaamheid.	Passiviteit	Niet uitstappen	Laag	x						De boodschap is helder. Jij moet zelf iets doen!
5001	Werkgeheugen Bewust (na)denken; Interpreteren perceptie beelden; Genereren	Verkeerd	Verkeerd interpreteren situaties	Onvoldoende ervaring (in lange termijn geheugen)	Verkeerd regel- gebaseerd gedrag	Verkeerde beslissingen nemen	Medium	x		x		Educatie en voorlichting voor een passend gedrag in tunnels tijdens kritieke situaties	Nee	Beter te beschouwen als aanvulling m.b.t. doel om voertuig te verlaten in geval van ontruimingsnoodzaak
5002	Werkgeheugen Bewust (na)denken; Interpreteren perceptie beelden; Genereren	Te laat	Te laat uitstappen en vluchten	Te laat bewust worden van een potentieel gevaar	Beschikbare opties om te ontsnappen van gevaar worden mogelijk beperkt	Paniek	Hoog	x				Waarborgen beschikbaarheid en indicaties daarover van vluchtwegen in tunnel	Ja	Draagt secundair bij aan doel om voertuig te verlaten
5003	Werkgeheugen Bewust (na)denken; Interpreteren perceptie beelden; Genereren	Anders dan, onvoldoende	Verkeerd interpreteren situaties	Mensen niet bewust van de ernst van de situatie	Minder gevoeld noodzaak om te vluchten	Te lang passief en niet uitstappen	Hoog	x				De menselijke reactie wordt pas meer aangepast aan de omstandigheden wanneer het gevaar duidelijk wordt, het gevaar wordt aanvaard, andere mensen beginnen te reageren of er een officiële boodschap is die zegt wat ze moeten doen en die door hen wordt aanvaard.	Gedeeltelijk	Tunneloperator heeft namelijk mogelijkheden om gericht bepaalde weggebruikers toe te spreken.

ID	Onderdeel Functie	Gidswoord	Functionele faalwijze	Oorzaak	Effect	Gevolgen	Risico Niet uitstappen bij ontruimingsbericht in tunnel	Niet weten	Niet kunnen	Niet willen	Niet durven	Maatregelen	Opgenomen in LTS / Rarvw	Opmerking
5004	Werkgeheugen Bewust (na)denken; Interpreteren perceptie beelden; Genereren	Teveel	Teveel nadenken	Angst, bij rook nabij voertuig, stem van de operator motiveert niet (meer) om uit te stappen	Bang voor de giftige rook	Niet uitstappen	Hoog				x	Eenduidige duidelijke berichten, waardoor werkgeheugen zo min mogelijk wordt aangespoort tot nadenken. En waardoor kans op automatisch opvolgen van veilige instructies wordt verhoogd.	Gedeeltelijk	Angst leidt ook tot verminderde efficiëntie van selecteren informatie; Auto wordt als "veilig" ervaren een stukje "thuis"
6001	Lange termijn geheugen Opslaan regels, vaardigheden en kennis	Onvoldoende	Onvoldoende kennis over passend gedrag in tunnels tijdens kritieke situaties	Geen voorlichting genoten	Passiviteit	Niet uitstappen	Laag	x				Educatie en voorlichting is een passend gedrag in tunnels tijdens kritieke situaties	Nee	RWS stelt al voorlichtingsmateriaal beschikbaar. Om ook op te nemen in theorie rijexamen.
7001	Response selectie Maken van juiste optimale beslissing	Verkeerd	Verkeerde beslissing nemen	Verkeerd interpreteren situaties	Passiviteit	Niet uitstappen	Medium			x		WVL spreekt individuele automobilist specifiek dwingend toe om voertuig te verlaten en daarna de tunnel te verlaten via een vluchtdeur.	Ja	
8001	Response uitvoering Activeren spieractiviteit, menselijke acties,	Niet	Niet activeren	Verminderde uitvoerbaarheid vluchtgedrag (kinderen mee, of handicap?) kan ik eigenlijk wel vluchten?	Niet vluchten	Niet uitstappen	Laag		x	x		WVL spreekt individuele automobilist specifiek dwingend toe om voertuig te verlaten en daarna de tunnel te verlaten via een vluchtdeur.	Ja	
9001	Gedrag Uitvoeren menselijke acties en reacties	Niet	Niet uitstappen	Blokken deur, door ongeval	Indien de intentie er is om het voertuig te verlaten, dan raam openen en hulp vragen, of via raam naar buiten of via andere deur.	Niet uitstappen	Laag		x					Er zijn weinig incidenten van deze aard te melden
1101	Omgeving Bron en context van externe stimuli	Niet	Niet uitstappen	Moment van de dag, drukte verkeer; wel / geen MTK		Niet uitstappen	Laag		x	x				Concept is dat de veilige zone direct achter de vluchtdeur is voor LTS- conforme tunnels!
1102	Omgeving Bron en context van externe stimuli	Ander dan	Anders dan uitstappen	Als je zelf wel uitstapt, maar niemand anders doet het, dan ga je vaak weer in je auto zitten.	Uitstappen en weer instappen	Niet uitstappen	Hoog	x		x		WVL spreekt individuele automobilist specifiek dwingend toe om voertuig te verlaten en daarna de tunnel te verlaten via een vluchtdeur.	Ja	
1201	Aandachtsbronnen Bepalen capaciteit en efficiëntie	Te veel	Te veel invloed van aandachtbronnen	Vermoeidheid, stress, afleiding	Gereduceerde capaciteit informatie selectie; Verminderde perceptie en geheugen functies; Verstoorde attentie capaciteit	Moeite perceptie; moeite begrijpen; moeite herinneren response, verkeerd interpreteren informatie	Hoog	x		x		Eenduidigheid en duidelijke berichtgeving verhoogt in ieder geval de kans dat deze aandachtsbronnen minder effect hebben	Nee	
1202	Aandachtsbronnen Bepalen capaciteit en efficiëntie	Te veel	Te veel invloed van aandachtbronnen	Afleiden van probleem, zich zorgen maken over eigendom en auto	Aarzelen nemen juiste beslissing	Niet uitstappen, of na uitstappen weer instappen of niet vluchten	Hoog			x			Nee	Het is geen aantrekkelijke optie om een (dure) auto achter te laten. Zonder dat je weet waar je hem terug kan halen/ of je hem nog terug krijgt etcetera.
1203	Aandachtsbronnen Bepalen capaciteit en efficiëntie	Te weinig / Onvoldoende	Geen stressactivatie	Ontkenning; vermijdingsreactie voor taakovergang van gewone naar ongewone situatie	Verminderen waarneming gevaar; onoplettendheid, geheugenverlies, feitelijke vervorming van waarschuwing	Niet in staat zijn om acties te ondernemen voor zelfbescherming	Hoog		x					

ID	Onderdeel Functie	Gidswoord	Functionele faalwijze	Oorzaak	Effect	Gevolgen	Risico Niet uitstappen bij ontruimingsbericht in tunnel	Niet weten	Niet kunnen	Niet willen	Niet durven	Maatregelen	Opgenomen in LTS / Rarvw	Opmerking
1204	Aandachtsbronnen Bepalen capaciteit en efficiëntie	Te weinig / Onvoldoende	Emotionele ontkenning noodsituatie	Algemene shockreactie	Incapabel om te bedenken wat het beste is om te doen	Niet in staat zijn om acties te ondernemen voor zelfbescherming	Hoog		x					