

# Werkbezoek ISTSS Noorwegen



Nederlandse Academie voor  
Crisisbeheersing en Brandweezorg  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem  
[www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)  
[info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl)  
026 355 24 00

## Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2023

Auteurs	N. Rosmuller
Contactpersoon	N. Rosmuller
Datum	31 oktober 2023
Foto cover	Shutterstock

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

# Inhoud

	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Plenaire lezingen</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Parallel sessies</b>	<b>6</b>

# Inleiding

In Stavanger (Noorwegen) werd dit jaar het International Symposium on tunnel Safety and Security (ISTSS) gehouden. Dit congres werd georganiseerd door het Zweedse onderzoeksinstituut RI.SE. Drie dagen zijn wetenschappelijke papers gepresenteerd op het gebied van tunnelveiligheid en veiligheid in besloten ruimtes.<sup>1</sup>

Alle papers zijn openbaar en zijn hier te vinden: <https://www.ri.se/en/istss/publications>. Tevens zijn hier de congresbijdragen van de ISTSS-symposia van de jaren ervoor te downloaden.

In dit verslag licht ik enkele van de bijdragen toe die ik heb bijgewoond, en waarvan de kennis en ervaringen die er zijn gepresenteerd ook nuttig kunnen zijn voor de Tunnelveiligheidscommunity in Nederland. Daarnaast heb ik deelgenomen aan de 'tunnelsafari', waarin we in een bus diverse tunnels hebben doorkruist en een toelichting hebben gekregen op het grootse Noorse tunnelproject, de Boknafjordtunnel.

---

<sup>1</sup> De twee dagen ervoor was in Stavanger het congres Fire in Vehicles (ook door RI.SE georganiseerd). Ook dit hebben we bezocht. Het bijbehorende verslag is hier te vinden: <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2023/10/20231005-NIPV-Verslag-werkbezoek-congres-FIVE.pdf>.

# 1 Plenaire lezingen

In de opening van het congres ging Ove Njå (Universiteit van Stavanger, Noorwegen) in op enkele forse tunnelongevallen in Noorwegen. Daarnaast constateerde hij dat in Noorwegen de deskundigheid met betrekking tot tunnelveiligheid nogal versnipperd is over tal van partijen en belanghebbenden. Vandaar dat er een landelijk programma tunnelveiligheid ontwikkeld is, en een landelijk trainingscentrum voor de fire rescue services in Noorwegen is opgericht.

De tweede plenaire bijdrage was van Vladimir Molkov (Ulster University, Verenigd Koninkrijk) en ging over de veiligheid van waterstofvoertuigen in ondergrondse ruimtes. Zijn presentatie was gebaseerd op het internationale onderzoeksproject Hy-tunnels. Met name de explosie van de tank levert grote drukgolven op, waardoor constructies (deels) kunnen instorten. De 'thermally activated pressure relief device' (TPRD) levert onvoldoende garantie voor het voorkomen van een explosie (bijvoorbeeld als gevolg van lokale aanstraling waardoor de druk oploopt in de tank, maar TPRD niet werkt). In dit project werd daarom gewerkt met een andere wijze van drukafvoer (om een explosie te voorkomen, namelijk door middel van 'self-venting tanks', waarbij drukafvoer plaatsvindt via de tankwand.

De derde bijdrage was van Ulf Lundström (Zweden) die de grote kentering in het Zweedse tunnelveiligheidsconcept toelichtte. Initieel bestond het Zweedse tunnelveiligheidsconcept uit de combinatie van vroegtijdige detectie, geringe tunnelventilatie in de rijrichting en automobilisten die de tunnel 'downstream' veilig konden verlaten. De lage ventilatiesnelheid bleek echter 'back layering issues' op te leveren en daarmee veiligheidsproblemen voor automobilisten meer 'upstream'. Vandaar dat behoefte is ontstaan aan een nieuw veiligheidsconcept: 'fixed fire fighting suppression systems' (FFFS), in de vorm van een sprinklersysteem.

Vervolgens presenteerde Mirjam Nelisse (Nederland, TNO) de historie van de QRA en de uitdaging hierin als gevolg van ontwikkelingen in het wagenpark en de tunnels zelf. Denk hierbij aan nieuwe brandstoffen, 'truck platooning' en 'smart mobility'. Dit zorgt allemaal voor nieuwe situaties in tunnels, en als gevolg daarvan nieuwe incidentscenario's, waar de QRA niet voor ontworpen is.

Tot slot sprak Gunnar Deinboll Jenssen (SINTEF Norway) in het plenaire deel over menselijk gedrag tijdens tunnelbranden. Zijn belangrijkste conclusies waren dat weggebruikers de vluchtruimtes (ook in een met rook gevulde tunnel) goed weten te vinden en zich veilig voelen in een dergelijke ruimte ('shelter / evacuation room'), en bereid zijn er te blijven, zelfs bij hoge temperaturen. Hoewel niet in EU verband geprefereerd, pleit hij voor de goedkeuring van vluchtruimtes (zonder nooduitgang/vluchtweg naar veilig gebied of het open veld) in lange éénbuiswegtunnels (tweerichtingsverkeer) voor tijdelijke extra veiligheid voor weggebruikers, bovenop de veiligheid geboden door de hulpverlening.

## 2 Parallelsessies

Na de plenaire lezingen waren er tal van parallelsessies. Hieronder benoem ik kort de gehouden parallelsessies om een beeld te geven van de hoofdonderwerpen op het congres. Voor een gedetailleerde beschrijving van de inhoud van de parallelsessies verwijs ik naar de conference papers: [Proceedings from the Tenth International Symposium on Tunnel Safety and Security \(diva-portal.org\)](https://www.diva-portal.org/).

### **Alternative fueled vehicles**

In deze sessie heb ik ook mijn eigen paper gepresenteerd over branden in parkeergarages met elektrische voertuigen. In deze sessie ging het met name over batterij-elektrische voertuigen en de gevolgen van branden: temperatuurontwikkeling, toxische verbrandingsproducten en brandweeroptreden in besloten ruimtes.

### **Risk management and explosions**

In deze deelsessie ging het over explosies (bijvoorbeeld bij gebruik van waterstof als brandstof) en de wijze waarop deze in de tunnelveiligheidsanalyse meegenomen kunnen worden. Daarbij ging het niet alleen om wegtunnels, maar ook om stations en overkappingen. Er was met name aandacht voor de cascade-effecten van explosies bij overkluisingen of overkappingen, en de gevolgen daarvan voor derden en gebouwen die nabij zijn gesitueerd.

### **Digitalization**

In de sessie over digitalisering zijn diverse I(C)T mogelijkheden gepresenteerd ten behoeve van de veiligheid. Vroeg-waarschuwing bij incidenten, 'digital twins' voor ontwerpers en ondersteuningssystemen met sensoren en camera's voor 'tunnel control centres'.

### **Explosions**

Door de toename van waterstof-aangedreven-voertuigen zijn er kennisvragen gerezen omtrent de waterstof-explosie-modellering in tunnels. Zijn tunnels bestand tegen de overdrukken en met welke kansen en waarschijnlijkheden kunnen de QRA-modellen gevuld worden? Welke explosiescenario's zijn mogelijk en met welk ontwerpcriteria moet dan rekening worden gehouden?

### **Ventilation 1**

In deze sessie is op detailniveau ingegaan op rookverspreiding en ventilatie als gevolg van enkele (a-)typische tunneleigenschappen: tweelaagswegtunnels en effectiviteit van rookextractiesystemen en blokkades in tunnels en de invloed ervan op de ventilatie-effectiviteit.

### **Fixed fire fighting systems (FFFS)**

In deze sessie is naar diverse aspecten gekeken van vaste brandbeheersingssystemen in tunnels. Zo zijn 'heat release rates' (HRR) afgeleid voor diverse tunnelbrandscenario's waarbij een FFFS (deluge, schuim, watermist, en in-car mist) in werking gaat.

De conclusie luidt dat FFFS de temperatuur tot onder 800grC weet te houden, en daarbij de 'peak heat release' met 25-75 % reduceert en de gastemperatuur met 10-45 %. Een ander paper concludeert op basis van 'real life fire tests' dat het geïnstalleerde watermiststelsel de brandomvang van 408 houten pallets (vergelijkbaar met een brandende vrachtwagen met brandbare lading) wist te beperken tot 44MW en branduitbreiding verder dan 5m van de bron wist te voorkomen. Ook is een paper met resultaten over de effectiviteit van een watermiststelsel met schuim bij brand met een FLC ('flammable liquid cargo' (brandbare vloeistof)).

### **Tenability and evacuation**

In deze sessie is de invloed op de evacuatie(on)mogelijkheden van diverse tunneltechnische installaties zoals sprinklers, ventilatie-, rook-warmte afvoersystemen en rookgordijnen besproken.

### **Emergency management**

In deze sessie zijn diverse emergencymanagementsystemen en -concepten aan bod gekomen. Zo zijn voor de Belgische spoortunnel gestandaardiseerde beeldvorming (SCADA: *Supervisory Control And Data Acquisition*) en incidentbestrijdingsprocedures voorgesteld. In Oostenrijkse spoortunnels zijn evacuatiemodellen gecombineerd met ventilatiemodellering voor lange railtunnels met daarin 'emergency stations'. De analyse van enkele hevige wegtunnelbranden in Noorwegen heeft in dat land geresulteerd in een aangepast(e) tunnelincidentbestrijdingsconcept en ventilatiestrategie. In plaats van gestandaardiseerde processen, wordt er dan gewerkt met contextafhankelijke strategieën op basis van enkele situatietekenen: de locatie van de brand in de tunnel, de locatie van en aantallen weggebruikers in de tunnel, de responstijd van de brandweer, de locatie van shelters en enkele ethische aspecten. De sprekers stellen een 'wacht-en-beschouw-strategie' voor de hulpverlening de eerste paar minuten na het ontstaan van de brand voor, zodat tunnelgebruikers beseffen dat er brand is, en hun eigen strategie ontwikkelen (omdraaien) om de tunnel te verlaten. Deze strategie wordt dan ondersteund door de tunnelventilatie aan te passen (eventueel uit te zetten), en het verkeerscentrum ('tunnel control centre' (TCC)) tijd te geven ten behoeve van de eigen 'situational awareness'.

### **Evacuation**

Deze sessie betrof diverse Noorse papers over evacuatie-ruimte in tunnels zonder uitgang naar een vluchtweg of naar buiten (art 2.3.4). Dergelijke ruimtes zijn niet toegestaan volgens EU-regelgeving (als gevolg van twee doden in een dergelijke shelter bij de brand in de Mont Blanctunnel), maar Noorwegen maakt hier geen onderdeel van uit. De Noren hebben veel vertrouwen in deze evacuatie-ruimtes als onderdeel van het veiligheidsconcept in tunnels vanwege enkele positieve ervaringen daarmee bij tunnelbranden in eigen land. Niet onbelangrijk is daarbij de financiële kant: het aanleggen evacuatie-ruimtes is een kosteneffectieve maatregel.

### **Ventilation 2**

In deze tweede sessie over ventilatie ging het net als in de eerste over diverse ventilatiestrategieën bij tunnelincidenten en de wijze waarop deze de zelfredzaamheid van weg-, spoor- en metrogebruikers faciliteren.

## Safety management

In deze sessie heb ik onze onderzoeksresultaten gepresenteerd van een onderzoek naar de veiligheid van (onderhouds)medewerkers in de dienstgang van wegtunnels. Dienstgangen zijn de technische ruimtes parallel aan tunnels, met over het algemeen minder vluchtmogelijkheden en lange loopafstanden om weer 'buiten' te komen. Deze dienstgangen vormen geen onderdeel van de tunnelveiligheidsregelgeving. Onwelwording en brand kunnen echter leiden tot een complexe redding vanwege de ontwerpkenmerken van de dienstgangen. Ik heb maatregelen opgesomd die de veiligheid van de (onderhouds)medewerkers vergroten.

De andere presentatie tijdens deze sessie ging over het gebrek aan bewijs voor de gezondheidsimpact op tunnelgebruikers van toxische verbrandingsproducten. De medische gevolgen van chemicaliën op de mens zijn bekend, maar de impact bij blootstelling op de gezondheid nog onvoldoende.

## Fire dynamics and resistance

In deze sessie zijn diverse aspecten van brandontwikkeling en de weerstand van ondergrondse configuraties hiertegen belicht. Daarnaast zijn onderwerpen voor de Amerikaanse tunnelveiligheidsonderzoeksagenda toegelicht:

- > vluchtmogelijkheden voor verminderd zelfredzamen en gehandicapten
- > multi-modale spoortunnels (combinaties van treinen die gevaarlijke stoffen vervoeren en treinen voor personenvervoer)
- > grotere personen aantallen in vervoermiddelen (bussen en treinen) in weg- en spoortunnels en vluchtwegcapaciteiten
- > alternatieve brandstoffen voor vrachtwagens veroorzaken uitdagingen
- > welke additieven toe te voegen aan bluswater om branden te beheersen
- > bredere tunnels in relatie tot meer personen in tunnels en beperkte capaciteit van de vluchtmogelijkheden. En daarbij ook het aspect dat bredere tunnels meer zuurstof bevatten, en daardoor mogelijk een hogere HRR veroorzaken.

## Tunnelsafari

Aan de hand van een busrit door diverse tunnels en een toelichting ter plekke over de veiligheid in de desbetreffende tunnel werd een doorkijk gegeven naar de wijze waarop de Noren omgaan met tunnelveiligheid. Let wel: Noorwegen valt niet onder de 'tunnel directive' van de EU (2004/54/EC). De Noren kennen meer dan duizend wegtunnels, en hebben mede daarom een iets andere kijk op tunnelveiligheid dan de EU. Ook heeft Noorwegen veel tunnels met een behoorlijk lage verkeersintensiteit, zodat diverse eisen vanuit de 2004/54/EC niet als kosteneffectief worden beschouwd.

De Boknafjordtunnel (wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Boknafjordtunnel>) is een Noorse geplande onderzeese wegtunnel onder de monding van de Boknafjorden direct ten noorden van de stad Stavanger in de provincie Rogaland. De tunnel tussen de gemeenten Randaberg en Bokn heeft een geplande lengte van 26,7 km en een maximum diepte van 392 meter onder de zeespiegel, wat zowel in lengte als diepte de bestaande wereldrecords van de nabijgelegen Ryfylketunnel zou verbreken.

Ook hier, net als in de evacuatiesessie, willen de Noren gaan werken met evacuatie- of schuilruimtes die geen uitweg naar een vluchtgang of naar buiten hebben, in afwijking met EU-tunnel-directive (art 2.3.4 van de 2004/54/EC).