

Onderzoek dienstgang wegtunnels



Instituut Fysieke Veiligheid
Kennisonwikkeling en onderwijs
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Instituut Fysieke Veiligheid (2021). *Onderzoek dienstgang wegtunnels*. Arnhem: IFV.

Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat
Contactpersoon:	dhr. Ico Jacobs
Titel:	Onderzoek dienstgang wegtunnels
Datum:	1 juli 2021
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Auteurs:	ing. Johan van der Graaf en ing. Joost Ebus
Projectleider:	ing. Johan van der Graaf
Review:	dr. ir. Nils Rosmuller
Eindverantwoordelijk:	dr. ir. Nils Rosmuller

Samenvatting

Wegtunnels in Nederland hebben een 'dienstgang', een technische ruimte, parallel aan de verkeersbuizen, met kabels en leidingen en diverse apparatuur voor installaties in de wegtunnel. De dienstgang ligt in de meeste gevallen boven het middentunnelkanaal (MTK) en is daarvan fysiek gescheiden door een betonnen vloer of metalen roostervloer. De dienstgang is toegankelijk via beide uiteinden en, indien aanwezig, via een dienstgebouw. In een dienstgang kan door medewerkers onderhoud uitgevoerd worden aan de kabels, leidingen en installaties van de tunnel. Doel van dit onderzoek is om te bepalen onder welke voorwaarden er door onderhoudsmedewerkers in een dienstgang veilig gevluht kan worden en of er eventuele extra bouwkundige, installatietechnische of organisatorische maatregelen nodig zijn om de veiligheid van zowel onderhoudsmedewerkers als van hulpverleners te waarborgen, evenals de bereikbaarheid van eventuele slachtoffers in een dienstgang voor hulpverleningsdiensten. Het onderzoek heeft geresulteerd in een generiek raamwerk dat kan worden ingezet voor (bestaande) dienstgangen van wegtunnels om te bepalen of, en zo ja, welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten of kunnen worden.

In dit rapport staat de volgende vraag centraal:

Onder welke voorwaarden is veilig werken door onderhoudspersoneel in een dienstgang van wegtunnels mogelijk?

Deze vraag zal beantwoord worden met behulp van de volgende deelvragen:

1. Welke wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten is van toepassing op een dienstgang?
2. Op welke punten voldoet een dienstgang wel of niet aan de wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten?
3. Wat zijn de incidentscenario's van incidenten in de dienstgang waarbij er gevluht moet worden uit de dienstgang en wat is het gewenste verloop van deze scenario's?
4. Onder welke voorwaarden is het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang door een onderhoudsmedewerker of redding door de hulpdiensten mogelijk?
5. Welke extra beheersmaatregelen zijn er mogelijk en noodzakelijk indien niet wordt voldaan aan de voorwaarden?

In de wet- en regelgeving die van toepassing is op een dienstgang van een wegtunnel kan onderscheid worden gemaakt in de bouwregelgeving, tunnelregelgeving en Arboregelgeving. De voorschriften voor veilig vluchten uit het Bouwbesluit 2012 zijn niet van toepassing op een dienstgang. Wel gelden enkele andere voorschriften van het Bouwbesluit 2012 die van invloed kunnen zijn op de vluchtveiligheid. De Arboregelgeving is maatgevend voor de te treffen veiligheidsvoorzieningen voor onderhoudsmedewerkers in dienstgangen. Het Bouwbesluit en de tunnelregelgeving bieden een bepaald basisveiligheidsniveau, maar zijn beide niet gericht op de veiligheid van incidenteel aanwezige onderhoudsmedewerkers. De Arboregelgeving is complementair aan de voorschriften van het Bouwbesluit, waarbij de Arbo-regelgeving eisen stelt aan een arbeidsplaats.

De werkgever moet in een object-RI&E-analyse per dienstgang een beschrijving geven van de risico's en de risicobeperkende maatregelen.

De onderwerpen 'veilig vluchten' bij de incidentscenario's 'brand in de dienstgang' en 'slachtoffer in de dienstgang' zijn onvoldoende geborgd in de object-RI&E-analyses en het huidige veiligheidsbeleid van RWS. Dit geldt ook voor het 'veilig kunnen optreden van hulpverleningsdiensten' in de dienstgang. Daarmee wordt niet voldaan aan de Arboregelgeving. De incidentscenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang' zijn geïdentificeerd als de scenario's waarbij er direct gevlucht moet worden. Bij het scenario 'brand in dienstgang' is de giftige rook de aanleiding om direct te vluchten en bij het incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang' moet het slachtoffer vluchten of geëvacueerd worden om de benodigde medische hulp te kunnen krijgen. Het verloop van de beide scenario's is afhankelijk van diverse factoren en kan per dienstgang verschillen.

Er is daarom als onderdeel van het onderzoek een *gewenst* verloop voor deze incidentscenario's opgesteld. Op basis daarvan zijn de voorwaarden vastgesteld waaraan voldaan moet worden om het gewenste incidentverloop daadwerkelijk te kunnen laten plaatsvinden. Deze voorwaarden hebben onder andere betrekking op een tijdige ontdekking, locatiebepaling, het aantal vluchtrichtingen, de onderlinge afstand tussen vluchtingangen en de wijze waarop het optreden van hulpdiensten in de dienstgang wordt gefaciliteerd. Om aan deze voorwaarden te voldoen, is een aantal extra veiligheidsmaatregelen nodig. Deze kunnen zowel technisch als organisatorisch van aard zijn. Hierbij kan ook de eventuele toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen worden betrokken met dien verstande dat, vanuit het oogpunt van de arbeidshygiënische strategie, de toepassing van vaste maatregelen de voorkeur heeft.

Dit onderzoek kan gebruikt worden om de bestaande object-RI&E-analyses van de dienstgangen te actualiseren en om object-RI&E-analyses voor nieuwe tunnels op te stellen. Toepassing van het raamwerk en de maatregelentabel kan eraan bijdragen dat er voldoende aandacht wordt besteed aan de dienstgang en dat het gevaar voor de veiligheid en de gezondheid van onderhoudsmedewerkers in de dienstgang wordt voorkomen voor de scenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang'.

Inhoud

	Samenvatting	3
	Inleiding	7
1	Systeembeschrijving	11
1.1	Algemene omschrijving dienstgang	11
1.2	Samenvatting van de kenmerken van een dienstgang	12
2	Wet- en regelgeving	14
2.1	Geldende wet- en regelgeving	14
2.2	Analyse van de wet- en regelgeving	15
2.3	Overzicht van de eisen aan een dienstgang	16
2.4	Literatuur- en analogieverkenning	18
2.5	Samenvatting	20
3	Incidentscenario's	21
3.1	Incidentscenario's	21
3.2	Incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang'	21
3.3	Incidentscenario 'brand in dienstgang'	22
4	Doelen, voorwaarden en maatregelen	25
4.1	Doelen	25
4.2	Schema's	26
4.3	Maatregeltabel	32
5	Raamwerk	33
6	Conclusie en aanbevelingen	36
6.1	Conclusies	36
6.2	Aanbevelingen	40
	Literatuur	42
	Bijlage 1: Overzicht gegevens	43
	Bijlage 2: Juridische analyse	47
	Bijlage 3: Overzicht van eisen uit de Arbo-regelgeving	64
	Bijlage 4: Scenario 'brand'	68
	Bijlage 5: Gebeurtenissen in de incidentscenario's	73
	Bijlage 6: Schema's met doelen, voorwaarden en maatregelen	77
	Bijlage 7: Maatregelen	87

Bijlage 8: (Vlucht)uitgangen en (nood)toegangen in de dienstgang	92
Bijlage 9: Maatregeltabel	97

Inleiding

Aanleiding

Wegtunnels in Nederland hebben een 'dienstgang'. Dit is een technische ruimte, parallel aan de verkeersbuizen, met kabels en leidingen en diverse apparatuur voor installaties in de wegtunnel. De dienstgang ligt in de meeste gevallen boven het middentunnelkanaal (MTK) en is daarvan fysiek gescheiden door een betonnen vloer of metalen roostervloer. De dienstgang is toegankelijk via beide uiteinden en, indien aanwezig, via een dienstgebouw. In een dienstgang kan door medewerkers onderhoud uitgevoerd worden aan de kabels, leidingen en installaties van de tunnel.

Dienstgangen zijn even lang als een wegtunnel zelf en kunnen in Nederland tot enkele kilometers lang zijn. Naar aanleiding van vragen door onderhoudsaannemers is de (vlucht)veiligheid van de onderhoudsmedewerkers een punt van nadere verkenning voor tunnelbeheerder Rijkswaterstaat (RWS). De vraag is, welke eisen er op dit vlak worden gesteld en welke maatregelen genomen dienen te worden, zodat door onderhoudsmedewerkers veilig kan worden gevluht uit de dienstgang. Over de interpretatie van wet- en regelgeving en de toepassing daarvan hebben RWS en onderhoudsaannemers verschillende inzichten. Daarnaast zijn er vragen gesteld door hulpdiensten over de bereikbaarheid van eventuele slachtoffers in de dienstgang. Om deze redenen heeft RWS behoefte aan een eenduidig afwegingskader voor de (vlucht)veiligheid van onderhoudsmedewerkers in een dienstgang en voor de te nemen maatregelen.

RWS heeft het IFV gevraagd hiertoe onderzoek te doen en een afwegingskader of raamwerk te ontwikkelen. Voorliggend document betreft de verslaglegging van het onderzoek en het genoemde raamwerk / afwegingskader.

Doel en onderzoeksvragen

Doel van het onderzoek is om te bepalen onder welke voorwaarden er door onderhoudsmedewerkers in een dienstgang veilig gevluht kan worden en of er eventuele extra bouwkundige, installatietechnische of organisatorische maatregelen nodig zijn. Hierbij wordt zowel de veiligheid van de onderhoudsmedewerkers als van hulpverleners betrokken, alsmede de bereikbaarheid van eventuele slachtoffers in een dienstgang door hulpverleningsdiensten. Daarnaast levert het voorgestelde onderzoek een generiek raamwerk op dat kan worden ingezet voor (bestaande) dienstgangen van wegtunnels om te bepalen of, en zo ja, welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten of kunnen worden.

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Onder welke voorwaarden is veilig werken door onderhoudspersoneel in een dienstgang van wegtunnels mogelijk?

Deze hoofdvraag is onderverdeeld in een aantal deelvragen. De beantwoording van de deelvragen moet het antwoord op de hoofdvraag opleveren.

Deelvragen:

1. Welke wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten is van toepassing op een dienstgang?
2. Op welke punten voldoet een dienstgang wel of niet aan de wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten?
3. Wat zijn de incidentscenario's van incidenten in de dienstgang waarbij er gevluht moet worden uit de dienstgang en wat is het gewenste verloop van deze scenario's?
4. Onder welke voorwaarden is het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang door een onderhoudsmedewerker of redding door de hulpdiensten mogelijk?
5. Welke extra beheersmaatregelen zijn er mogelijk en noodzakelijk indien niet wordt voldaan aan de voorwaarden?

Afbakening

Het onderzoek is als volgt afgebakend:

- > Het 'veilig werken' zoals weergegeven in de hoofdvraag is afgebakend tot de onderdelen 'zelfstandig bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang' en 'mogelijkheid voor redding door de hulpdiensten'.
- > Het onderzoek betreft uitsluitend dienstgangen van wegtunnels.
- > Het onderzoek richt zich uitsluitend op de veiligheidsaspecten bij een brand of een slachtoffer in een dienstgang. Andere aspecten zoals bijvoorbeeld een gaslekkage in de dienstgang zijn buiten beschouwing gelaten.
- > Het onderzoek richt zich alleen op de veiligheid van onderhoudsmedewerkers tijdens de gebruiksfase van de wegtunnel en niet op hun veiligheid tijdens de bouwphase.
- > Er wordt uitgegaan van niet-gelijktijdigheid van incidentscenario's zoals het ontstaan van een brand in een wegtunnel en het tegelijkertijd ontstaan van een brand in een dienstgang.
- > De incidentscenario's in een dienstgang kunnen ook invloed hebben op andere personen dan onderhoudsmedewerkers, maar de focus in dit onderzoek ligt op de onderhoudsmedewerkers in de dienstgang.

Aanpak

De aanpak voor de beantwoording van de hoofd- en deelvragen bestaat uit de volgende activiteiten:

- > literatuurstudie en analogieverkenning
- > scenario-ontwikkeling en risicoanalyse
- > maatregeleninventarisatie en doelbereiking
- > ontwikkelen van een raamwerk en de toepassing daarvan op een aantal bestaande tunnels.

Literatuurstudie en analogieverkenning

Allereerst hebben we een literatuurstudie uitgevoerd op basis van informatie die RWS heeft aangeleverd aan het begin en gedurende de loop van het onderzoek. Daarnaast hebben wij een bezoek gebracht aan twee tunnels, te weten de Koning Willem-Alexander-tunnel (KWA) in Maastricht en de Leidsche Rijntunnel in Utrecht. Een overzicht van deze informatie is opgenomen in bijlage 1 van dit rapport. Vervolgens hebben we een analyse uitgevoerd van wet- en regelgeving, waaronder het Bouwbesluit 2012, de Arbeidsomstandigheden-wetgeving en de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels.

In een analogieverkenning hebben we onderzocht hoe de veiligheid van onderhoudsmedewerkers is geregeld in soortgelijke objecten. Daarvoor is een verkennende literatuurstudie gedaan en is een aantal interviews gehouden, onder andere met Leidingenstraat Nederland (LSned). Met behulp van deze activiteiten kan een antwoord op de deelvragen 1 en 2 gegeven worden.

Scenario-ontwikkeling en risicoanalyse

De kenmerkende eigenschappen van een dienstgang, zoals de beperkte hoogte en breedte, de lengte en het beperkte aantal in- en uitgangen, zijn van invloed op incidenten die in een dienstgang kunnen plaatsvinden. Met het oog daarop hebben we een aantal mogelijke typen incidentscenario's ontwikkeld en de risico's daarvan bepaald voor de vluchtveiligheid van personen in een dienstgang, alsmede voor de bereikbaarheid van slachtoffers in een dienstgang voor hulpverleningsdiensten. Het verloop van deze scenario's is aan de hand van een aantal acties (handelingen / gebeurtenissen) verder uitgewerkt. Hiermee ontstaat inzicht in kritieke paden voor het (zelfstandig) bereiken door onderhoudsmedewerkers van een veilige plaats buiten een dienstgang of redding van onderhoudsmedewerkers door hulpdiensten. Vervolgens is aangegeven onder welke voorwaarden het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang of redding door de hulpdiensten mogelijk is. Hiermee wordt antwoord gegeven op deelvraag 3 en 4.

Maatregeleninventarisatie en doelbereiking

Gegeven de scenario's en de lay-out van een dienstgang als onderdeel van een wegtunnel, hebben we mogelijke veiligheidsverhogende maatregelen geïnventariseerd. Deze maatregelen zijn onderscheiden in bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen. Deze maatregelen vloeien voort uit:

- > toepassing van wet- en regelgeving
- > de voorwaarden die gelden voor het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang of redding door de hulpdiensten.

Hiermee wordt antwoord gegeven op deelvraag 5.

Raamwerk en casus

Met uitgevoerde analyse (literatuurstudie en wetgeving), de scenario's en bijbehorende voorwaarden, alsmede de maatregelen is tenslotte een raamwerk (afwegingskader) ontwikkeld waarmee veiligheidsafwegingen met betrekking tot dienstgangen bij wegtunnels kunnen worden gemaakt. Vervolgens is het raamwerk toegepast op twee bestaande tunnels om de praktische inzetbaarheid ervan te kunnen beoordelen. Tenslotte is het raamwerk definitief gemaakt.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt een beschrijving gegeven van de functie en het ontwerp van een dienstgang in een wegtunnel. De relevante wet- en regelgeving wordt besproken in hoofdstuk 2. Het afwegingskader 'veilig vluchten' in de dienstgang komt aan bod in hoofdstuk 3 (incidentscenario's), hoofdstuk 4 (doelen, voorwaarden en maatregelen) en wordt ten slotte uitgewerkt in hoofdstuk 5 (raamwerk). Hoofdstuk 6 sluit af met de conclusie en aanbevelingen.

1 Systeembeschrijving

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de functie en het ontwerp van een dienstgang in een wegtunnel. Als onderdeel daarvan komen de aanwezige voorzieningen aan bod, te onderscheiden in de bouwkundige, installatietechnische en organisatorische voorzieningen. Bijlage 1 geeft een overzicht van de informatie over de dienstgangen die RWS voor het onderzoek beschikbaar heeft gesteld in een aantal mailberichten. Deze informatie heeft grotendeels betrekking op de KWA-tunnel te Maastricht. Verder is gebruikgemaakt van een aantal onderdelen uit de *Landelijke tunnelstandaard*. Deze zijn opgenomen in tabel 1.1.

1.1 Algemene omschrijving dienstgang

De dienstgangen (zie ter illustratie figuur 1.1) zijn lange ononderbroken, smalle gangen, met soms een lengte > 1.500 m. In de dienstgang bevinden zich elektromechanische installaties (leidingen en kabels in kabelrekken, voorschakelmateriaal verlichting, besturingskastjes luidsprekers, kleine voedingskasten, verdeelkasten ten behoeve van de verkeers- en tunnel technische installaties, enzovoort). Als onderdeel van de elektrische installatie kunnen ook 10 kV-kabels in de dienstgang zijn aangebracht. Een dienstgang is vaak samen met de beschermde vluchtroute voor de weggebruikers in een middentunnelkanaal gesitueerd. Als deze ruimten boven elkaar zijn gesitueerd, is er door middel van een vloer die bestaat uit betonplaten en/of metalen roosters¹ een fysieke scheiding gerealiseerd.



Figuur 1.1 Voorbeeld van een dienstgang

¹ <https://www.handboektunnelbouw.nl/home/objectdetailering-permanente-constructies/afbouw/specifieke-aspecten-wegtunnels/overige/horizontale-afscheidings-in-middentunnelkanaal/?print=ja>.

Vluchten tijdens een calamiteit in de dienstgang is alleen mogelijk via de aanwezige uitgangen van die dienstgang. Deze zijn meestal gelegen in de nabijheid van de uiteinden van de tunnel (de tunnelmonden) en bij aanwezige dienstgebouwen. Deze uitgangen kunnen op grote afstand van elkaar liggen. Hulpverleningsdiensten (brandweer / ambulance) hebben alleen via deze uitgangen de mogelijkheid om een calamiteit in de dienstgang te bestrijden (het blussen van een brand en/of evacueren van een slachtoffer).

1.2 Samenvatting van de kenmerken van een dienstgang

Onderstaande tabel 1.1 geeft een samenvatting van de bouwkundig, installatietechnische en organisatorische kenmerken van een dienstgang. Dit overzicht is gebaseerd op bijlage 1 van dit rapport, alsmede op de volgende onderdelen van de *Landelijke tunnelstandaard* (LTS):

- > R1.2 SP2 B2-1.3 Systeemontwerp RWS Tunnelsysteem d.d. 18 april 2019
- > R1.2 SP2 B2-1.4 Bedrijfsprocessen (UPP) RWS Tunnelsysteem d.d. 18 april 2019
- > R1.2 SP2 B2-1.6 Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem d.d. 18 april 2019.

In de onderstaande tabel is in de kolom 'Bron' aangegeven uit welk document de informatie afkomstig is. Voor de informatie die afkomstig is uit de LTS is een codering gebruikt die verwijst naar de voornoemde documenten (voorbeeld: 'B2-1.3 p.255' verwijst naar pagina 255 van het document 'R1.2 SP2 B2-1.3 Systeemontwerp RWS Tunnelsysteem d.d. 18 april 2019').

Tabel 1.1 Relevante kenmerken van een dienstgang

Bouwkundig	
Beschrijving	Bron
<ul style="list-style-type: none"> > Betonnen wanden, vloeren en plafonds > Betonnen vloeren met metalen roosters > Overige bouwkundige materialen zijn moeilijk brandbaar > Vluchten tijdens een calamiteit is alleen mogelijk via de twee uitgangen van een dienstgang. De uitgangen zijn meestal gelegen in de nabijheid van de uiteinden van de tunnel. 	Bijlage 1 van dit rapport
Installatietechnisch	
Beschrijving	Bron
> LFV ² BMI/OAI ³ met doormelding naar de brandweer (RAC, evt. via PAC ⁴) bij brand in dienstgang	B2-1.3 p.255 B2-1.6 p. 33/189/190
> LFV waarschuwinginstallatie (waarschuwt alleen bij calamiteit in wegtunnel)	B2-1.3 p.96 B2-1.6 p. 33/188
> Verlichting van voldoende niveau	B2-1.3 p.96
> Vluchtroute-aanduiding cf. het Bouwbesluit 2012	B2-1.6 p. 237

² Logische functievervuller.

³ Brandmeldinstallatie / ontruimingsalarminstallatie.

⁴ Regionale alarmcentrale / particuliere alarmcentrale.

>	Functiebehoud hoofdkabeltracé voor installaties in de tunnelbuizen: minimaal 2 uur	B2-1.3 p 115
>	Toegepaste kabels zijn MBZG (Moeilijk Brandbaar Zonder Halogeen)	B2-1.6 p.232
>	Metalen kabelgoten en ophangingsystemen	Bijlage 1 van dit rapport
Organisatorisch		
Beschrijving	Bron	
>	Waarschuwingssysteem voor personen in de dienstgang	B2-1.3 p.36
>	Brand in technische ruimte: procedure CO ₂	B2-1.3 p.61
>	Tunnel wordt gesloten bij brand in technische ruimte	B2-1.3 p. 61
>	Opleiding onderhoudspersoneel	B2-1.3 p. 39
>	Een geldige werkvergunning is verplicht	B2-1.3 p. 71
>	Registratie incidenten in en rondom de tunnel	B2-1.3 p.70
>	Geen materialen en goederen opgeslagen	Bijlage 1 van dit rapport

Opmerkingen:

- > Blusmiddelen behoren niet tot de standaard uitrusting. Beleid van RWS is dat er geen bluspoging wordt gedaan door de onderhoudsmedewerkers, tenzij er warme werkzaamheden worden uitgevoerd. Dan is er een brandwacht en zijn blusmiddelen aanwezig. Overigens zijn er bij enkele DBFM5-tunnels wel blusmiddelen aangebracht, omdat de verzekering dat eist.
- > Uitgangspunt van RWS bij een eventuele 10 kV-kabel die door de dienstgang loopt: bij brand gaat de spanning er niet standaard af, omdat RWS de kans op brand op minimaal inschat. RWS accepteert derhalve een uitbrandscenario van de dienstgang. Bij een uitbrandscenario wordt niet ingegrepen bij een brand, maar wordt gewacht totdat de brand is gedoofd. Indien het optreden van de brandweer in de dienstgang gewenst is, zal de spanning bij een brand wel afgeschakeld moeten worden, hetgeen dan (ad-hoc) geregeld zal worden.

Uit de bezoeken die zijn gebracht aan de Leidsche Rijntunnel en de KWA-tunnel en uit de object-RI&E-analyses blijkt overigens dat er op dit moment in de verschillende dienstgangen nog geen sprake is van uniforme brandveiligheidsvoorzieningen (bouwkundig en installatietechnisch) of van instructies voor het betreden van de dienstgang (organisatorisch).

⁵ Daarbij is er sprake van een 'Design, Build, Finance and Maintain'-contract.

2 Wet- en regelgeving

Dit hoofdstuk beschrijft de wet- en regelgeving die van toepassing is op een dienstgang. Paragraaf 2.1 bevat een overzicht van de geldende wet- en regelgeving, die in paragraaf 2.2 geanalyseerd wordt. Paragraaf 2.3 geeft vervolgens in tabelvorm de belangrijkste inhoudelijke voorschriften weer die betrekking hebben op veilig vluchten in een dienstgang. De volledige juridische analyse is opgenomen in bijlage 2. Naast de wet- en regelgeving die geldt voor een dienstgang wordt in dit hoofdstuk middels een literatuur -en analogieverkenning gekeken hoe de veiligheid van onderhoudsmedewerkers van soortgelijke objecten is geregeld (paragraaf 2.4). In paragraaf 2.5 ten slotte wordt een samenvatting gegeven.

2.1 Geldende wet- en regelgeving

In deze paragraaf wordt aangegeven welke regelgeving bij de analyse is betrokken, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen de volgende drie typen:

- > Bouwregelgeving
- > Tunnelregelgeving
- > Arboregelgeving.

Bouwregelgeving

- > Woningwet
- > Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
- > Bouwbesluit 2012.

Tunnelregelgeving

- > Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Warvw)
- > Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Rarvw), gewijzigd per 1 oktober 2020
- > Richtlijn 2004/54/EG van het Europees parlement en de raad inzake minimumveiligheidseisen voor tunnels in het trans-Europese wegennet.

Het Bouwbesluit 2012 is reeds genoemd onder 'bouwregelgeving', maar bevat ook tunnelregelgeving. Een tunnel is per slot van rekening een bouwwerk in de zin van de Woningwet. Het Besluit aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Barvw) is per 1 januari 2015 vervallen en is daarom geen onderdeel van de analyse.

De Richtlijn 2004/54/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 inzake minimumveiligheidseisen voor tunnels in het trans-Europese wegennet is geïmplementeerd in de bij of krachtens de Woningwet, de Wabo en Warvw gestelde eisen.

Arboregelgeving

- > Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet)
- > Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit)
- > Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling).

Een overzicht van de meest relevante voorschriften uit de Arboregeling is opgenomen in bijlage 3.

Europese richtlijnen voor machines en arbeidsveiligheid zijn geïmplementeerd in de Nederlandse regelgeving en maken daarvan impliciet onderdeel. Deze zijn daarom niet separaat geanalyseerd.

2.2 Analyse van de wet- en regelgeving

Het begrip 'dienstgang' komt als zodanig niet voor in de bouwregelgeving, tunnelregelgeving en arboregeling. Daarom wordt in deze paragraaf eerst beschreven hoe een dienstgang in het licht van deze regelgeving moet worden gezien. Vervolgens wordt bepaald welke voorschriften voor veilig vluchten van onderhoudsmedewerkers van toepassing zijn op een dienstgang.

Bouwregelgeving

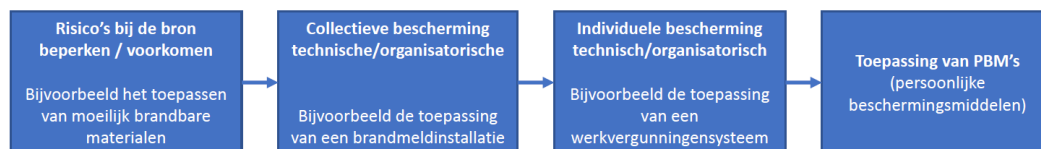
Een dienstgang kan worden aangemerkt als een technische ruimte zoals bedoeld in het Bouwbesluit 2012. Voor zover een (gedeelte) van een dienstgang geen technische installaties bevat, is er sprake van een 'onbenoemde ruimte'. Ondanks de wetenschap dat in een technische ruimte personen aanwezig kunnen zijn om onderhoud uit te voeren, is er geen sprake van een voor personen bestemde vloer als bedoeld in het Bouwbesluit 2012. De ruimte is namelijk bestemd voor de apparatuur en het onderhoud daarvan: de aanwezigheid van personen vloeit dus niet voort uit de *functie* van de ruimte, maar alleen uit het (secundaire) feit dat die installatie onderhouden moet worden. De tijdsduur van het verblijf van een onderhoudsmedewerker in de dienstgang is daarbij niet van invloed op de functie van de ruimte. Omdat er geen sprake is van een voor personen bestemde vloer, zijn de voorschriften voor veilig vluchten uit het Bouwbesluit 2012 niet van toepassing op een dienstgang.

Arboregeling

Voor de (vlucht)veiligheid van de onderhoudsmedewerkers geldt de Arboregeling. Deze is complementair aan de voorschriften van het Bouwbesluit, waarbij de Arboregeling eisen stelt aan een arbeidsplaats. De dienstgang is namelijk een arbeidsplaats op het moment dat er gewerkt moet worden. Op het moment dat er gewerkt wordt, moet worden voldaan aan de Arbovoorschriften. De tijdsduur van het verblijf is wel relevant voor het veilig kunnen werken in de dienstgang: gedurende de tijdsduur dat een medewerker onderhoudswerkzaamheden verricht, moet hij/zij in de dienstgang veilig en gezond kunnen werken. Volgens de Arbowet is de werkgever verplicht om doeltreffende maatregelen te nemen op het gebied van eerste hulp bij ongevallen, brandbestrijding en evacuatie van werknemers en andere aanwezige personen, en moeten doeltreffende verbindingen worden onderhouden met de desbetreffende externe hulpverleningsorganisaties.

Daarnaast moet de werkgever volgens de Arbowet in een risico-inventarisatie en -evaluatie schriftelijk (RI&E-analyse) vastleggen welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich meebrengt. Deze RI&E-analyse moet tevens een beschrijving bevatten van de gevaren en de risicobeperkende maatregelen.

Volgens de Arboregelgeving is het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals een vluchtmasker toegestaan. Nadrukkelijk wordt daarbij opgemerkt dat dit wel de laatste stap is in de zogenaamde ‘arbeidshygiënische strategie’ (artikel 3, eerste lid van de Arboret). Deze strategie ziet er schematisch uit zoals weergegeven in de onderstaande figuur 2.1



Figuur 2.1 Arbeidshygiënische strategie

Persoonlijke beschermingsmiddelen moeten dus alleen worden toegepast als er sprake is van gevaren die niet met andere middelen vermeden kunnen worden. Het tijdens dit onderzoek ontwikkelde raamwerk is er daarom mede op gericht om de noodzaak van het inzetten van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals een vluchtmasker zoveel mogelijk te beperken. Voordat de keuze voor persoonlijke beschermingsmiddelen wordt gemaakt, moet volgens artikel 8.2 van het Arbobesluit een RI&E-analyse worden opgesteld met als doel om vast te stellen of deze middelen voldoende zijn om de gevaren te kunnen ondervangen.

Tunnelregelgeving

Ook in de Richtlijn 2004/54/EG voor tunnels, de Warvw en de Rarvw wordt de dienstgang niet als zodanig genoemd. De Richtlijn, Warvw en Rarvw zien toe op een ‘minimumveiligheidsniveau voor weggebruikers’. Onderhoudsmedewerkers in de dienstgang vallen daar niet onder.

2.3 Overzicht van de eisen aan een dienstgang

In deze paragraaf worden de belangrijkste onderdelen van de wet- en regelgeving beschreven die van invloed zijn op het veilig kunnen vluchten in een dienstgang. Onderstaande tabel 2.1 geeft een samenvatting van de belangrijkste artikelen.

Tabel 2.1 Wet- en regelgeving van invloed op veilig vluchten in een dienstgang

Bouwbesluit 2012	
2.10-8	Brandwerendheid m.b.t. bezwijken bouwconstructie tunnel / dienstgang Gezien het te verwachten geringe brandscenario in de dienstgang is er geen risico op bezwijken van de bouwconstructie van de dienstgang.
2.67	Beperking van ontwikkeling van brand en rook > Geen verhoogde eisen voor constructie-onderdelen in een dienstgang. > Nieuwe kabels en leidingen: klasse B2ca/MBZH NEN 8012.
2.82-2.86 2.92-2.94	(Sub)brandcompartimentering > Wegtunnelbuis is brandwerend afgescheiden van dienstgang. > Dienstgang en middentunnelkanaal mogen samen in hetzelfde brandcompartiment of dezelfde vluchtroute liggen.

2.102/2.107	Vluchtroutes Door de dienstgang voert geen (beschermde) vluchtroute voor weggebruikers. Er gelden daarom geen eisen voor loopafstanden en afmetingen.
6.8	Voorziening voor elektriciteit > NEN 1010 (lage spanning) NEN-EN-IEC 61936-1 en NEN-EN 50522 (hoge spanning). > Bestaande tunnels: V 1041 (hoge spanning).
6.47	Noodstroomvoorziening Installaties voor evacuatie in wegtunnel aansluiten op noodstroomvoorziening.
Arbowet	
5	Inventarisatie en evaluatie van risico's > Veiligheidsdomeinen brandveiligheid en tunnelveiligheid worden meegenomen en geborgd in een integraal veiligheidsplan. > Object RI&E-analyse per dienstgang opstellen waarin de scenario's 'brand' en 'slachtoffer' zijn meegenomen (koppeling naar werkvergunningensysteem). > Scenario 'slachtoffer': op basis van de scenario's (in de object-RI&E) wordt (volgens de Arbowet) een noodplan / calamiteitenplan gemaakt.
15	Deskundige bijstand op het gebied van bedrijfshulpverlening > Beperken en bestrijden van brand en ongevallen. > In noodsituaties alarmeren en evacueren van personen uit de dienstgang.
Arbobesluit	
2.23-2.35	Bouw- en onderhoudsproces > RWS heeft als opdrachtgever verplichtingen voor veilig werken ten opzichte van de onderhoudsmedewerkers die in het bouw- en onderhoudsproces ingevuld / geïmplementeerd moeten worden. > RWS geeft als opdrachtgever eisen / maatregelen mee in de object-RI&E, of stelt maatregelen voor die opdrachtnemer in uitvoerings-RI&E kan opnemen.
3.1b	Gebruiksvoorschrift Arbeidsplaats in dienstgang mag slechts worden gebruikt als wordt voldaan aan het Bouwbesluit 2012.
3.2	Algemene vereisten De dienstgang moet zodanig zijn dat gevaar voor de veiligheid en gezondheid van werknemers zoveel mogelijk wordt voorkomen.
3.4	Elektrische installaties > Elektrische installaties moeten zodanig zijn dat veilig gebruik van elektriciteit zo goed mogelijk is gewaarborgd. > Doeltreffende maatregelen tegen gevaar op brand / ontploffing moeten zijn genomen.
3.5	> Diverse eisen aan werken met elektrische installaties zoals deskundigheid, werken met tenminste twee personen, spanningsloos maken als eraan wordt gewerkt.
3.6	Vluchtwegen en nooduitgangen > Doeltreffende maatregelen zodat werknemer bij gevaar voor veiligheid of gezondheid snel via de kortste weg in veiligheid kan komen.

	<ul style="list-style-type: none"> > Aantal, plaats, afmetingen van vluchtwegen en nooduitgangen zijn afhankelijk van uitrusting en afmetingen van de arbeidsplaats en het aantal werknemers.
3.7	<p>Veilig gebruik van vluchtwegen en nooduitgangen</p> <ul style="list-style-type: none"> > Vrijhouden van obstakels, kunnen te allen tijde worden geopend, eenvoudig van binnen naar buiten te openen, schuif- / draaideuren niet toegestaan. > Vluchtwegen en nooduitgangen voorzien van noodverlichting voor het geval reguliere verlichting uitvalt (bij slechte zichtbaarheid). > Vluchtwegen, deuren en poorten op vluchtwegen / nooduitgangen markeren.
3.8	<p>Brandmelding en brandbestrijding</p> <ul style="list-style-type: none"> > Afhankelijk van de aard van de werkzaamheden: voldoende passende en gemakkelijk bereikbare / te bedienen brandbestrijdingsmiddelen met signalering (borden / veiligheidskleur) aanwezig. > Indien nodig: branddetectoren en alarmsystemen.
3.9	<p>Noodverlichting</p> <p>Indien bij uitvallen van de verlichting gevaar ontstaat: adequate noodverlichting toepassen (alternatief: individuele verlichting)</p>
8.4	<p>Veiligheids- en gezondheidssignalering</p> <ul style="list-style-type: none"> > Signalering van gevaarlijke gebeurtenissen door lichtsignaal, akoestisch signaal of mondelinge mededeling. > Energiebron signaleringssysteem voorzien van noodinstallatie.

Uit de tabel blijkt dat er sprake is van enkele 'vaste' prestatie-eisen, zoals bijvoorbeeld de 'brandwerendheid m.b.t. bezwijken' volgens het Bouwbesluit 2012 en eisen aan het materiaalgebruik van nieuwe kabels en leidingen. Of hieraan wordt voldaan, kan per dienstgang worden beoordeeld op basis van feitelijke constatering (beoordeling / inspectie).

Daarnaast is er in de Arboregelgeving een aantal eisen functioneel weergegeven als 'doelvoorschrift'. Dit geldt bijvoorbeeld voor het aspect 'vluchtroutes': "Er moeten doeltreffende maatregelen worden genomen zodat werknemer bij gevaar voor veiligheid of gezondheid snel via kortste weg in veiligheid kan komen". Om te beoordelen of hieraan wordt voldaan, is door ons, zoals reeds vermeld, een aantal incidentscenario's beschreven (hoofdstuk 3) en een afwegingskader / raamwerk ontwikkeld (hoofdstuk 4 en 5). Het raamwerk bestaat uit een aantal schema's (waarin doelen, voorwaarden en maatregelen in onderlinge samenhang zijn weergegeven) en een maatregelentabel die kan worden gebruikt bij het uitvoeren van een object-RI&E-analyse voor een (bestaande) tunnel.

2.4 Literatuur- en analogieverkenning

Naast een analyse van de wet- en regelgeving die geldt voor een dienstgang, is in dit onderzoek gekeken hoe de veiligheid van onderhoudsmedewerkers van soortgelijke objecten is geregeld. Dat is gedaan in de vorm van een literatuur- en analogieverkenning. Op basis van de literatuur is een vergelijking gemaakt met de volgende twee zaken: ondergrondse leidingstraten (utility corridors) en de mijnbouw. Verder is een overleg gehouden met medewerkers van LSNed, waarin verdiepende vragen zijn gesteld over de wijze waarop LSNed de veiligheid van onderhoudsmedewerkers in leidingstraten in

Nederland heeft geregeld. De volledige literatuur- en analogieverkenning is opgenomen in paragraaf 1.4 van bijlage 2. In deze paragraaf zijn de belangrijkste conclusies weergegeven.

2.4.1 Ondergrondse leidingstraten

Literatuurverkenning (internationaal)

Ondergrondse leidingstraten kennen overeenkomsten met de dienstgangen in verkeerstunnels: beide zijn ondergronds en langgerekt, hebben weinig toegangsmogelijkheden en hebben gelijkende leidingen en kabels. In deze leidingstraten wordt met regelmaat onderhoudswerk uitgevoerd aan de leidingen en kabels. In de literatuur zijn veel documenten te vinden die ingaan op de veiligheid van onderhoudsmedewerkers. Voorbeelden van punten die ter sprake komen zijn:

- > eisen aan de veiligheid en verantwoordelijkheden van onderhoudsmedewerkers
- > toegangseisen
- > het aantal vluchtwegen
- > het aantal uitgangen (variërend van 'om de 80 meter' tot 'om de 500 meter')⁶
- > brandcompartimentering vanwege de grote lengte
- > toepassing van branddetectie
- > aanwezigheid van een sprinklerinstallatie.

Leidingstraten in Nederland

LSNed beheert het leidingentracé met een lengte van circa 80 kilometer tussen de industriegebieden van Rotterdam en Antwerpen, met aftakkingen naar Moerdijk en richting Vlissingen. Het betreft ruim 1400 kilometer aan leidingen en zo'n 5000 kilometer aan kabels, die vloeistoffen, water, gassen en data transporteren. De eigenaren van de kabels en leidingen huren de plaats voor deze kabels en leidingen in de leidingstraat. LSNed coördineert de veiligheid van de onderhoudsmedewerkers.

Uit het overleg met medewerkers van LSNed bleek dat er voor wat betreft de veiligheid van onderhoudsmedewerkers diverse parallellen met een dienstgang voor een wegtunnel bestaan, die mogelijk van nut kunnen zijn voor het veiligheidsbeleid van RWS. Voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden in een leidingstraat gelden voorschriften en veiligheidsinstructies die zijn vastgelegd in diverse documenten.⁷ Paragraaf 8.2 van het document met informatie bevat specifieke gegevens over het veilig werken in leidingentunnels (protocollen / veiligheidsinstructies). Hieronder volgt een samenvatting van de meest relevante punten:

- > LSNed heeft de verantwoordelijkheid voor de veiligheid zoveel mogelijk naar zichzelf toegetrokken en geüniformeerd in een veiligheidsmanagementsysteem en via toezicht daarop.
- > Potentieel risicovolle installatieonderdelen (ontstekingsbronnen, pompen, flensen) zijn zoveel mogelijk beperkt.
- > Tijdens werkzaamheden in de leidingstraat is er een 'veiligheidswacht' / portier bij de toegang om de veiligheid te monitoren (regelmatig contact met de onderhoudsmedewerkers).
- > Voor het betreden van de leidingstraat wordt het zuurstofgehalte gemeten en eventueel de ventilatie ingeschakeld.

⁶ <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.11-198811-1/en>.

⁷ <https://lsned.nl/wp-content/uploads/2019/11/Voorschriften-2017.pdf> (voorschriften); <https://lsned.nl/wp-content/uploads/2019/11/Informatie-2017.pdf> (informatie).

- > Voor elke keer dat onderhoud wordt uitgevoerd is specifieke toestemming nodig, en moet een bijbehorend veiligheidsprotocol gevolgd worden.
- > Voordat de leidingstraat wordt betreden, wordt een LMRA opgesteld⁸
- > Op de wanden zijn om de 50 meter de afstand en richting tot de toegangen aangegeven.
- > Aanwezigheid van een telefoon om de 100 meter.

2.4.2 Mijnbouw

Een tweede analogie in relatie tot dienstgangen van verkeerstunnels zijn mijnbouwschachten. Beide kenmerken zich door hun lengte onder de grond, in combinatie met een klein aantal toegangspunten. Uit een internationale verkenning van de mijnregelgeving blijken er voor wat betreft vluchtveiligheid eisen te worden gesteld aan:

- > het aantal toegangswegen naar de schacht
- > het aantal vluchtwegen: meestal twee, of onder strikte voorwaarden één
- > de lengte van de vluchtweg (voorbeeld: de vluchttijd mag niet langer zijn dan de maximale gebruiksduur van vluchtmaskers).

2.5 Samenvatting

In de wet- en regelgeving die van toepassing is op een dienstgang van een wegtunnel kan onderscheid worden gemaakt in de bouwregelgeving (Woningwet, Wabo, Bouwbesluit 2012), tunnelregelgeving (Europese richtlijn 2004/54/EG, Warv, Rarvw) en Arboregelgeving (Arbowet, Arbobesluit, Arboregeling). Het begrip 'dienstgang' komt in deze regelgeving als zodanig niet letterlijk voor.

Een dienstgang is een 'technische ruimte' of 'onbenoemde ruimte', maar geen 'voor personen bestemde vloer' als bedoeld in het Bouwbesluit 2012. De voorschriften voor veilig vluchten uit het Bouwbesluit 2012 zijn daarom niet van toepassing op een dienstgang. Wel gelden voor een dienstgang enkele andere voorschriften die van invloed kunnen zijn op de vluchtveiligheid, zoals eisen voor de beperking van ontwikkeling van brand en rook.

Voor de (vlucht)veiligheid van de onderhoudsmedewerkers geldt de Arboregelgeving. Deze is complementair aan de voorschriften van het Bouwbesluit, waarbij de Arboregelgeving eisen stelt aan een arbeidsplaats. De werkgever moet in een object-RI&E-analyse per dienstgang een beschrijving geven van de risico's en de risicobeperkende maatregelen. Tenslotte geeft de Arboregelgeving nog enkele specifieke (technische) voorschriften betreffende de (vlucht)veiligheid van onderhoudsmedewerkers in een dienstgang, zoals bijvoorbeeld voor vluchtwegen en nooduitgangen, brandmelding en brandbestrijding, noodverlichting en veiligheids- en gezondheidssignalering (vluchtrouteaanduiding).

Uit de uitgevoerde literatuur- en analogieverkenning voor ondergrondse leidingstraten en mijnbouw met schachten en ondergrondse gangenstelsels is een aantal voorbeelden gevonden van documenten en richtlijnen die betrekking hebben op de veiligheid van (onderhouds)medewerkers. Het blijkt dat de aanbevolen afstand tussen de uitgangen varieert van 'om de 80 m' tot 'om de 500 m'. Mogelijk kunnen deze aspecten een rol spelen bij de verdere uitwerking van het veiligheidsbeleid van RWS.

⁸ Laatste Minuut Risicoanalyse.

3 Incidentscenario's

Zoals uit hoofdstuk 2 blijkt, is de werkgever volgens de Arbowet verplicht om doeltreffende maatregelen te nemen op het gebied van de eerste hulp bij ongevallen, de brandbestrijding, de evacuatie van werknemers en andere aanwezige personen en moeten doeltreffende verbindingen worden onderhouden met de desbetreffende externe hulpverleningsorganisaties. Verder moeten volgens het Arbobesluit doeltreffende maatregelen worden genomen, zodat (onderhouds-)medewerkers zich bij gevaar voor veiligheid of gezondheid snel via kortste weg in veiligheid kunnen brengen. Het aantal, de plaats, de afmetingen van vluchtwegen en nooduitgangen zijn daarbij afhankelijk van de uitrusting en de afmetingen van de arbeidsplaats en het aantal medewerkers.

Om de voorwaarden en maatregelen te kunnen bepalen die noodzakelijk zijn om in voldoende mate de veiligheid van personen in een dienstgang te kunnen borgen, wordt er in paragraaf 3.1 van dit hoofdstuk ingegaan incidentscenario's die in de dienstgang kunnen optreden. Onder een incidentscenario verstaan we een causale keten van gebeurtenissen die het incidentenverloop weergeeft. Daarbij geven we een kwalitatieve beschrijving van het verloop van een incident. Er wordt niet ingegaan op de kwantificering van de kans op het daadwerkelijk optreden van een dergelijk scenario. In paragraaf 3.2 en 3.3 worden de incidentscenario's uitgewerkt in gebeurtenissen. Het einddoel is, om elk van deze gebeurtenissen zo veilig en efficiënt mogelijk te laten plaatsvinden.

3.1 Incidentscenario's

De kenmerkende eigenschappen van een dienstgang, zoals de beperkte hoogte en breedte, de lengte en het beperkte aantal in- en uitgangen, zijn van invloed op incidenten die in de dienstgang kunnen plaatsvinden. In de beschikbare gestelde object-RI&E's van de Leidsche Rijntunnel en de KWA-tunnel zijn een aantal incidenten beschreven. Hieruit zijn de twee incidentscenario's geïdentificeerd die de grootste invloed hebben op de vluchtveiligheid van onderhoudsmedewerkers in de dienstgang. Het betreft de volgende twee incidentscenario's:

- > Slachtoffer in dienstgang (verder uitgewerkt in paragraaf 3.2)
- > Brand in dienstgang (verder uitgewerkt in paragraaf 3.3).

In de onderstaande paragrafen worden per incidentscenario de gebeurtenissen beschreven die van directe invloed zijn op de veiligheid van onderhoudsmedewerkers.

3.2 Incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang'

Beschrijving van het incidentscenario:

Er is een slachtoffer in de dienstgang die medische hulp of assistentie nodig heeft om de dienstgang te kunnen verlaten.

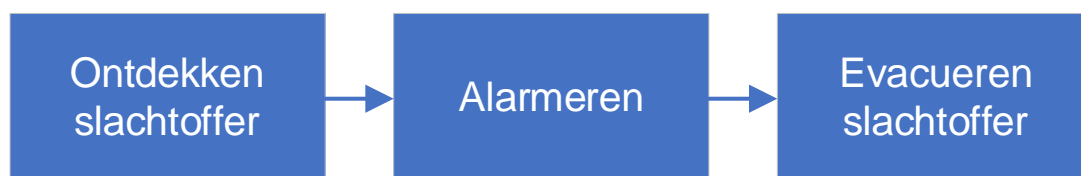
De mate waarin het slachtoffer letsel heeft, mobiel is of bij bewustzijn is, is bepalend voor de soort hulp die het slachtoffer nodig heeft en de snelheid waarmee de hulp moet worden verleend. Deze mate ligt tussen de volgende uitersten:

- > niet-spoedeisend tot spoedeisend letsel
- > een mobiel tot immobiel slachtoffer
- > een slachtoffer bij bewustzijn of niet bij bewustzijn.

Voor de inzet van de hulpverleningsdiensten wordt bij dit incidentscenario uitgegaan van een immobiel slachtoffer dat niet met hulp van collega's de dienstgang kan verlaten. De spoedeisendheid van het letsel vergroot de noodzaak voor de hulpdiensten om snel en efficiënt op te kunnen treden.

3.2.1 Gebeurtenissen tijdens het incidentscenario

Bij het incidentscenario 'slachtoffer in de dienstgang' zijn er drie gebeurtenissen te onderscheiden die van directe invloed zijn op de veiligheid van een slachtoffer in de dienstgang. Deze zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1 Gebeurtenissen tijdens het scenario 'slachtoffer in dienstgang'

Hieronder worden de gebeurtenissen die tijdens dit incidentscenario plaatsvinden benoemd en kort toegelicht. In bijlage 5 wordt dieper ingegaan op deze gebeurtenissen.

- > **Ontdekken van een slachtoffer in de dienstgang**
Een slachtoffer in de dienstgang wordt ontdekt doordat het slachtoffer zelf meldt in de problemen te zijn geraakt of doordat het door een collega wordt ontdekt.
- > **Het intern of extern (hulpdiensten) alarmeren na het ontdekken van het slachtoffer in de dienstgang**
Als een slachtoffer in de dienstgang is ontdekt, wordt er intern en indien noodzakelijk extern alarm geslagen. Als een persoon niet zelfstandig of met hulp van collega's de dienstgang kan verlaten, of als er sprake is van een slachtoffer met letsel waarbij direct hulpdiensten noodzakelijk zijn, worden de hulpdiensten gealarmeerd.
- > **Het evacueren van een slachtoffer in de dienstgang**
Na gealarmeerd te zijn komen de hulpdiensten ter plaatse om het slachtoffer uit de dienstgang te evacueren.

3.3 Incidentscenario 'brand in dienstgang'

Beschrijving van het incidentscenario:

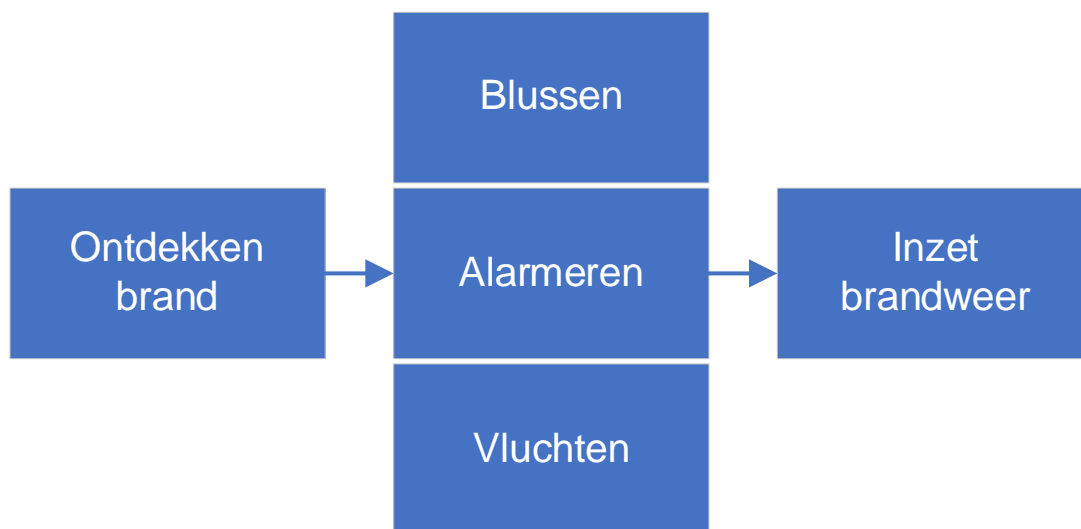
In de dienstgang staat een installatieonderdeel ten behoeve van de tunnelinstallaties in brand. De medewerkers vluchten uit de dienstgang en de brandweer treedt op.

In de dienstgang zijn verschillende vormen van brandverloop mogelijk bij het incidentscenario 'brand in dienstgang'. In bijlage 4 is de analyse van het incidentscenario

'brand in dienstgang' verder uitgewerkt. Op basis van deze analyse is ervoor gekozen om voor het brandscenario uit te gaan van een installatieonderdeel ten behoeve van de tunnelinstallaties (met een brandbare kap) in brand. In de praktijk heeft dit brandscenario ook al daadwerkelijk plaatsgevonden bij de brand in de dienstgang van de Schipholtunnel op 27 maart 2017.

3.3.1 Gebeurtenissen tijdens het incident

Bij het incidentscenario 'brand in de dienstgang' zijn er vijf gebeurtenissen te onderscheiden die van directe invloed zijn op de veiligheid van personen in de dienstgang en van de brandweer. Deze zijn weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2 Gebeurtenissen in het scenario 'brand in dienstgang'

De gebeurtenissen blussen, alarmeren en vluchten zijn onder elkaar weergegeven. De volgorde in tijd waarin de gebeurtenissen plaatsvinden, kan verschillen. Bovendien vinden niet altijd alle afzonderlijke gebeurtenissen plaats, bijvoorbeeld het uitvoeren van een bluspoging. Hieronder worden de gebeurtenissen die tijdens dit incidentscenario plaatsvinden benoemd en kort toegelicht. In bijlage 5 wordt dieper ingegaan op deze gebeurtenissen.

- > **Het ontdekken van een brand in de dienstgang**
Een brand in een dienstgang wordt ontdekt door onderhoudspersoneel dat in de dienstgang aanwezig is of door de brandmeldinstallatie.
- > **Het intern of extern (hulpdiensten) alarmeren na het ontdekken van een brand in de dienstgang**
Na het ontdekken van de brand worden personen in de dienstgang en de brandweer gealarmeerd.
- > **Direct blussen van een brand ontstaan door warme werkzaamheden**
Voor RWS is het uitgangspunt dat onderhoudsmedewerkers geen bluspoging uitvoeren. Alleen bij warme werkzaamheden wordt een bluspoging gedaan door speciaal daarvoor aanwezig en getraind personeel (brandwacht).
- > **Vluchten bij brand**
Na alarmering of na het waarnemen van brand door onderhoudspersoneel in de dienstgang wordt direct gestart met vluchten.

> **Inzet van de brandweer**

De brandweer wordt gealarmeerd, komt ter plaatse en spant zich in om de brand onder controle te krijgen.

In hoofdstuk 4 wordt per gebeurtenis van elk incidentscenario een te bereiken (veiligheids) doel gedefinieerd. Daarbij wordt aangegeven onder welke voorwaarden deze doelen kunnen worden bereikt en welke maatregelen nodig zijn om aan de voorwaarden te voldoen.

4 Doelen, voorwaarden en maatregelen

In hoofdstuk 3 zijn de incidentscenario's met de bijbehorende gebeurtenissen beschreven. Het doel is om elk van deze gebeurtenissen zo veilig en efficiënt mogelijk te laten plaatsvinden. Daartoe is in dit hoofdstuk:

- > per gebeurtenis uit de incidentscenario's een te bereiken (veiligheids)doel gedefinieerd
- > per doel aangegeven onder welke voorwaarden het kan worden bereikt
- > per voorwaarde aangegeven welke maatregelen nodig zijn om aan de voorwaarde te voldoen.

De te bereiken veiligheidsdoelen zijn in paragraaf 4.1 per gebeurtenis gedefinieerd. In paragraaf 4.2 wordt een schema dat voor elk doel is uitgewerkt geïntroduceerd en toegelicht. In deze schema's zijn ook de hiervoor genoemde voorwaarden en maatregelen opgenomen, zodat het verband daartussen duidelijk wordt.

In dit hoofdstuk worden twee schema's inhoudelijk uitgewerkt. Dit zijn de schema's van de doelen die een directe relatie hebben met de veiligheid van personen die werkzaam zijn in de dienstgang. De uitwerking van de overige schema's is opgenomen in bijlage 6. Tot slot wordt in paragraaf 4.3 een maatregeltabel geïntroduceerd. Deze tabel is een hulpmiddel dat voor RWS is ontwikkeld als ondersteuning bij het maken van keuzes.

4.1 Doelen

Het doel is om elke gebeurtenis van de incidentscenario's uit hoofdstuk 3 zo veilig en efficiënt mogelijk te laten plaatsvinden. Per gebeurtenis is daarom een (veiligheids)doel gedefinieerd. Hieronder worden deze doelen per incidentscenario weergegeven.

Incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang'

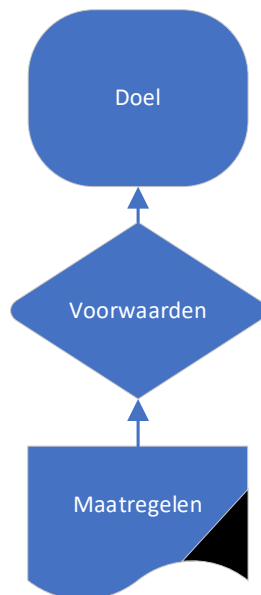
- > Tijdig ontdekken van een slachtoffer
- > Tijdig alarmeren (intern/ extern)
- > Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang.

Incidentscenario 'brand in dienstgang'

- > Tijdig ontdekken van een brand
- > Tijdig alarmeren (intern / extern)
- > Direct blussen van een brand ontstaan door warme werkzaamheden
- > Veilig vluchten
- > Veilige inzet van de brandweer.

4.2 Schema's

Voor elk doel uit paragraaf 4.1 is er een schema opgesteld. Elk schema bestaat uit drie onderdelen die met elkaar in verbinding staan. De drie onderdelen: doel, voorwaarden en maatregelen zijn in figuur 4.1 weergegeven.



Figuur 4.1 De drie onderdelen van elk schema

Aan de hand van het schema kan worden beoordeeld op welke wijze het doel voor een dienstgang kan worden bereikt. Het schema kan door RWS worden gebruikt om per dienstgang keuzes te maken. Deze keuzes kunnen van invloed zijn op het wel of niet bereiken van een doel. Hieronder worden de onderdelen van het schema toegelicht.

Het doel

Boven aan elk schema is het te bereiken doel weergegeven. Of een doel kan worden bereikt en de efficiëntie van de manier waarop dit kan gebeuren zijn van invloed op de uitkomst van het incidentscenario.

De voorwaarden

In het schema zijn onder het doel de voorwaarden weergegeven waaraan voldaan moet worden om het doel zo efficiënt mogelijk te kunnen bereiken. Ook als er niet of niet volledig aan een voorwaarde wordt voldaan, kan een doel uiteindelijk toch worden bereikt. Dit zal echter minder efficiënt zijn en hierdoor bijvoorbeeld meer tijd in beslag nemen. Dit kan van directe invloed zijn op de uitkomst van het incidentscenario. Een voorbeeld hiervan is de voorwaarde dat de hulpdiensten toegang moeten hebben tot de dienstgang. Als dit niet geregeld is, dan zorgt dit voor vertraging van de inzet en hulp van buitenaf.

De maatregelen

Om aan een voorwaarde te voldoen kunnen er maatregelen worden genomen. Elke voorgestelde maatregel heeft een positieve invloed door het vergroten van de veiligheid van personen in de dienstgang en/of van de veiligheid en efficiëntie van de hulpdiensten tijdens het optreden in de dienstgang. De maatregelen kunnen direct of indirect ook van invloed zijn

op het veiligheidsgevoel van de onderhoudsmedewerkers en de bedrijfscontinuïteit van de dienstgang of verkeerstunnel.

Er kunnen echter dienstgangen zijn waarin bepaalde maatregelen niet mogelijk zijn. Dit kan ertoe leiden dat er niet of niet volledig aan een voorwaarde kan worden voldaan. In elk schema staan de hoofdgroepen van de maatregelen weergegeven die nodig zijn om aan een voorwaarde te kunnen voldoen. Een maatregel kan bijdragen aan het invullen van één of meerdere voorwaarden. Dit is weergegeven met een verbindingsslijn.

4.2.1 Keuze voor de schema's in dit rapport

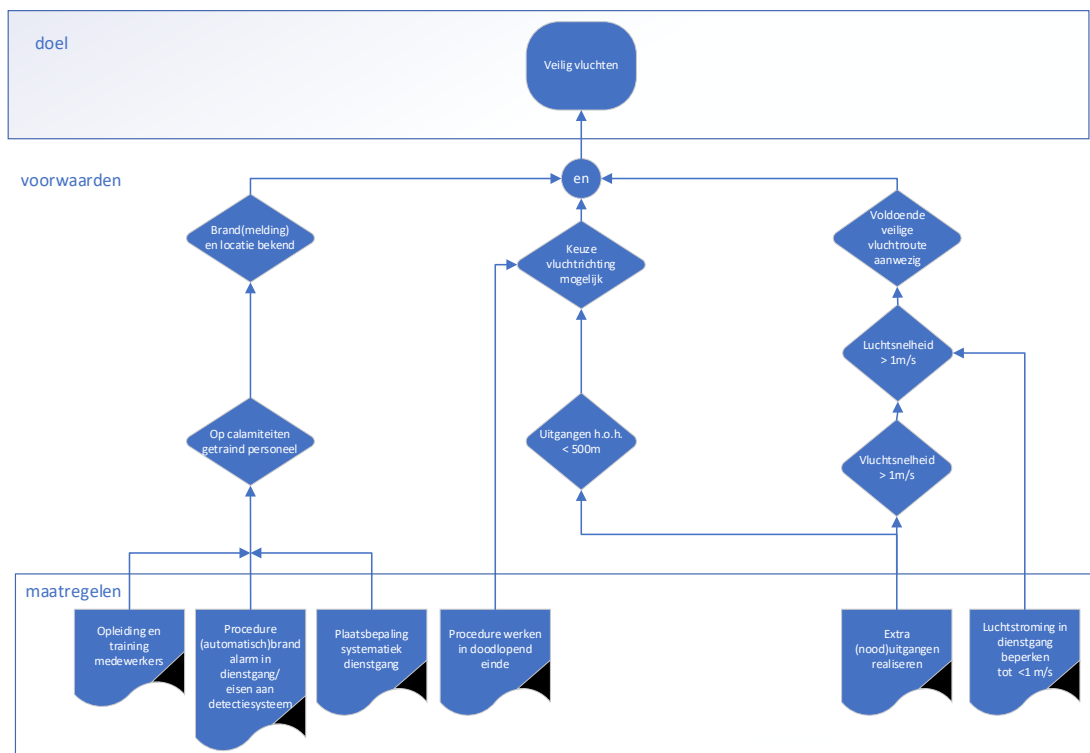
In dit hoofdstuk zijn de schema's met de volgende doelen opgenomen en uitgewerkt:

- > Veilig kunnen vluchten bij brand (paragraaf 4.2.2)
- > Veilige inzet van de brandweer (blussen) bij brand (paragraaf 4.2.3).

Deze schema's hebben de meest directe relatie met de veiligheid van personen in de dienstgang. Met deze schema's is het merendeel van de voorwaarden en maatregelen uitgewerkt. Voor de schema's van de overige doelen met de bijbehorende voorwaarden en maatregelen wordt verwezen naar bijlagen 5, 6 en 7.

4.2.2 Schema veilig kunnen vluchten bij brand

In figuur 4.2 is het schema weergegeven voor het doel veilig kunnen vluchten bij brand. Schematisch worden de voorwaarden en de maatregelen weergegeven die noodzakelijk zijn om het doel 'veilig vluchten bij brand' te kunnen bereiken. Onder het schema worden zowel de voorwaarden als de maatregelen kort toegelicht. In bijlage 6 en 7 wordt nader ingegaan op deze voorwaarden en maatregelen.



Figuur 4.2 Schema veilig vluchten bij brand

De voorwaarden

Om bij brand veilig uit de dienstgang te kunnen vluchten moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan.

Op calamiteiten getraind personeel

Personeel in de dienstgang moet weten hoe te handelen bij een brand in de dienstgang. Personeel moet bij een calamiteit bijvoorbeeld een keuze maken voor de vluchtrichting waarin gevlucht gaat worden.

Brand(melding) en locatie bekend

Om veilig te kunnen vluchten is het vroegtijdig ontdekken van een brand en het alarmeren van personen in de dienstgang noodzakelijk. Om de meest veilige vluchtroute te kunnen nemen, moet de locatie van de brand(melding) in de dienstgang bekend zijn.

Aanwezigheid van (vlucht)uitgangen op 500 meter hart op hart

Binnen 250 meter vanaf elk punt in de dienstgang is een (vlucht)uitgang aanwezig. De noodzakelijkheid hiervan is afhankelijk van de mate waarin aan de andere voorwaarden wordt voldaan en volgt uit het toe te passen raamwerk (zie hoofdstuk 5).

In bijlage 8 wordt de onderbouwing gegeven van deze voorwaarde.

Keuze van de vluchtrichting moet mogelijk zijn

Vanaf elke locatie in de dienstgang moet in twee richtingen gevlucht kunnen worden. Er kan hierdoor altijd van de locatie met de brand af worden gevlucht.

Voldoende veilige vluchtroute is aanwezig

Er is in de dienstgang tenminste één voldoende veilige vluchtroute aanwezig om langs te kunnen vluchten. Door de vormgeving van een dienstgang, zoals in hoofdstuk 1 is besproken, is de snelheid van de rookverspreiding een belangrijke factor. Als de vluchtsnelheid van personen in de dienstgang groter is dan de luchtstroming in de dienstgang, is de kans klein dat op enige afstand van de brand personen met de rook in aanraking komen. Hierbij is het uitgangspunt dat direct wordt gestart met vluchten van de brand vandaan na het ontdekken van de brand of het horen van het brandalarm.

Voor de snelheid van vluchten wordt uitgegaan van een loopsnelheid van een volwassen persoon van 1 meter per seconde (IFV 2017). Om veilig en snel te kunnen vluchten met deze snelheid is voldoende vrije hoogte in de dienstgang noodzakelijk. Een laag plafond of obstakels aan het plafond kunnen het vluchten vertragen. Voldoende vrije hoogte is aanwezig als een persoon in de dienstgang zich rechtop lopend kan voortbewegen door de dienstgang zonder te hoeven bukken. De benodigde hoogte om vrij te kunnen bewegen is dus afhankelijk van de totale hoogte van de onderhoudsmedewerker met een bouwhelm op.

Als de luchtsnelheid in de dienstgang groter is dan 1 m/s en deze luchtstroming niet na een brandalarm automatisch uitgeschakeld kan worden, kan dit ertoe leiden dat de vluchtende personen door de rook ingehaald worden.

De maatregelen

Door de onderstaande maatregelen te nemen kan aan de hierboven genoemde voorwaarden worden voldaan. De benoemde maatregelen kunnen uit meerdere onderdelen bestaan en een maatregel kan invulling geven aan meerdere voorwaarden. Dat volgt uit het

schema. In deze paragraaf worden de maatregel op hoofdlijnen beschreven. In bijlage 7 wordt nader ingegaan op de maatregelen.

Procedure automatisch brandalarm en eisen aan het detectiesysteem

Om een brand tijdig te kunnen ontdekken, de locatie te kunnen bepalen en te monitoren moet een brandmeldinstallatie aan bepaalde eisen voldoen. Door een procedure op te stellen of aan te passen, kan vastgelegd worden wie welke rol heeft bij een (automatisch) brandalarm in de dienstgang en welke werkafspraken er zijn.

Opleiding en training van medewerkers

Opleiding en training van personeel dat werkzaam is in de dienstgang is noodzakelijk, omdat de risico's bij brand op onderdelen anders zijn dan bij 'normale' gebouwen. Personeel moet op de hoogte zijn van de procedures bij een brand(melding) in de dienstgang en hierop getraind worden. De maatregelen die door RWS worden toegepast, kunnen ertoe leiden dat reeds bestaande opleidingen en trainingen moeten worden aangepast.

Plaatsbepalingssystematiek

Een plaatsbepalingssystematiek zorgt ervoor dat voor iedereen die betrokken is bij het incident duidelijk is waar exact de locatie van het incident is en hoe kan worden vastgesteld waar men zich binnen of buiten de dienstgang bevindt.

Luchtstroming in de dienstgang beperken tot <1 m/s

Als er sprake is van een mechanisch geforceerde luchtstroming kan deze in het geval van een brand worden uitgeschakeld, waardoor de luchtstroming beperkt wordt.

Extra (vlucht)uitgangen realiseren

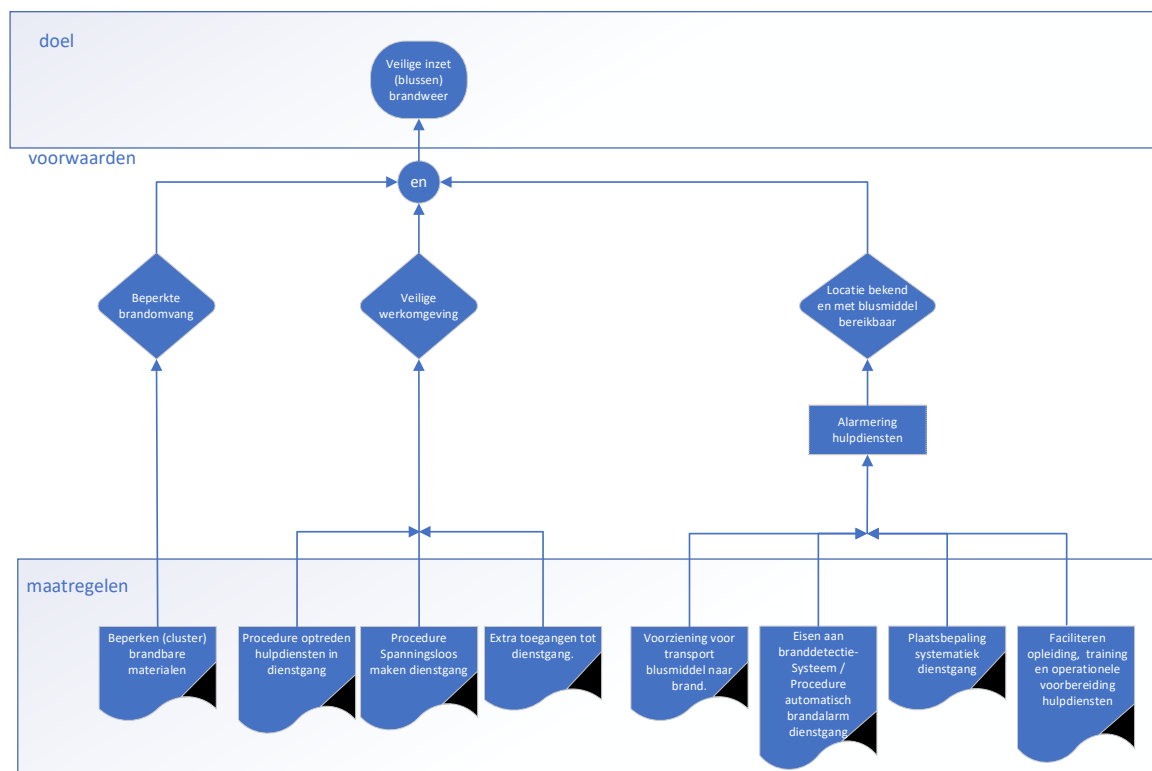
Als er niet voldoende veilig kan worden gevlucht, omdat de vluchtsnelheid door de hoogte van de dienstgang < 1 m/s of de luchtstroming is > 1 m/s, dan is het noodzakelijk dat er extra uitgangen worden gerealiseerd. In bijlage 8 wordt de onderbouwing gegeven van deze maatregel, wordt nader gedefinieerd wat er onder een vluchtuitgang wordt verstaan en wordt een methode weergegeven om de benodigde onderlinge afstand mee te kunnen bepalen.

Procedure werken in een doodlopend einde

Als er op een locatie in de dienstgang geen sprake is van twee vluchtrichtingen kan een brand de enige vluchtrichting blokkeren. Als deze situatie niet kan worden opgeheven door de realisatie van een extra nooduitgang, is een procedure noodzakelijk. Hierin kan worden aangegeven welke maatregelen er genomen dienen te worden om voldoende veilig te kunnen werken in het doodlopende gedeelte van de dienstgang.

4.2.3 Schema veilige inzet van de brandweer bij brand

In figuur 4.3 is het schema weergegeven voor het doel veilige inzet brandweer bij brand. Schematisch worden de voorwaarden en de maatregelen weergegeven die noodzakelijk zijn om het doel veilige inzet brandweer bij brand te kunnen bereiken. Onder het schema worden zowel de voorwaarden als de maatregelen kort toegelicht. In bijlage 6 en 7 wordt nader ingegaan op deze voorwaarden en maatregelen.



Figuur 4.3 Schema veilig inzet brandweer bij brand

De voorwaarden

Om een veilige inzet in de dienstgang te kunnen doen, moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan.

Beperkte brandomvang

Het beperken van de brandomvang draagt bij aan het realiseren van voldoende veilige condities in de dienstgang voor de brandweer om op te kunnen treden. De omvang van de brand is mede van invloed op het brandvermogen en de rookproductie. Hoe groter de brand is, hoe meer rook er geproduceerd wordt en hoe hoger de temperatuur in de dienstgang kan worden.

Veilige werkomgeving

Hulpdiensten die optreden in de dienstgang moeten veilig kunnen werken. Ter plaatse wordt door de leidinggevende van de brandweer beoordeeld of de situatie veilig genoeg is om daadwerkelijk in de dienstgang op te kunnen treden. Niet alleen de omvang van de brand kan zorgen voor een onvoldoende veilige werkomgeving, maar ook onbekendheid met de dienstgang, een te lange inzetdiepte in de rook of door de brand beschadigde spanningvoerende delen.

Locatie bekend en met blusmiddel bereikbaar

Om efficiënt op te kunnen treden moet de locatie van de brand in de dienstgang bekend zijn en ter plaatse door de hulpdiensten kunnen worden gelokaliseerd. Om een brand te kunnen blussen, moet met de benodigde blusmiddelen de brand kunnen worden bereikt.

De maatregelen

Door de onderstaande maatregelen te nemen kan aan de hierboven genoemde voorwaarden worden voldaan. De benoemde maatregelen kunnen uit meerdere onderdelen

bestaan. In deze paragraaf worden de maatregelen op hoofdlijnen beschreven. In bijlage 7 wordt nader ingegaan op de maatregelen.

Beperken van (clusters) brandbare materialen

Er zijn verschillende manieren om de potentiële brandomvang te beperken. Door zo min mogelijk brandbare materialen te gebruiken is er minder brandstof voor de brand. Door clustering van brandbare materialen te voorkomen, wordt ook de hoeveelheid brandstof beperkt. Hieraan kan onder andere invulling worden gegeven door installatieonderdelen op zodanige afstand van elkaar te plaatsen dat de kans op brandoverslag tussen de onderdelen beperkt is.

Procedure optreden door hulpdiensten in de dienstgang

Door een procedure op te stellen kan vastgelegd worden wie welke rol heeft (zowel bij RWS als bij de hulpdiensten) bij het optreden van hulpdiensten in de dienstgang en welke werkafspraken er zijn.

Procedure spanningsloos maken van de dienstgang

Door een procedure 'spanningsloos maken dienstgang' op te stellen en af te stemmen met de brandweer worden uitgangspunten over wel of niet spanningsloos maken van de dienstgang en gevolgen daarvan voor de inzet van de brandweer inzichtelijk gemaakt. Bij brand kunnen spanningvoerende installatie onderdelen namelijk een gevaar vormen voor de brandweer. Als het spanningsloos maken van het getroffen deel van de dienstgang niet mogelijk is, dan kan dit leiden tot een onvoldoende veilige werkomgeving voor de brandweer.

Extra (nood)toegangen tot de dienstgang

Door het aanbrengen van extra toegangen kan de afstand tussen de toegang tot de dienstgang en de locatie van de brand verkort worden. Deze afstand is één van de factoren die meegenomen wordt in de afweging of een veilige inzet mogelijk is. Als deze afstand te groot is, kan de vuurhaard mogelijk niet met een blusmiddel worden bereikt of is de af te leggen afstand voor een ploeg van de brandweer te groot om te overbruggen met de beschikbare hoeveelheid ademlucht. In bijlage 8 wordt nader gedefinieerd wat er onder een noodtoegang wordt verstaan.

Voorzieningen voor het transport van blusmiddel naar de brand

Om de brand te kunnen blussen moet hij bereikt kunnen worden met de benodigde blusmiddelen. Als dit niet mogelijk is via de bestaande of extra te realiseren toegangen, kan bijvoorbeeld een blusleiding uitkomst bieden.

Procedure automatisch brandalarm en eisen aan het detectiesysteem

In paragraaf 4.2.2 zijn deze maatregelen reeds toegelicht.

Plaatsbepalingssystematiek dienstgang

In paragraaf 4.2.2 is de plaatsbepalingssystematiek dienstgang reeds toegelicht.

Faciliteren van opleiding, training en operationele voorbereiding van de hulpdiensten

De hulpdiensten moeten zich voor kunnen bereiden op een inzet in een dienstgang. De dienstgang is een incidentlocatie die vraagt om maatwerk. Om hierop voorbereid te zijn, is

informatie noodzakelijk over de dienstgang, evenals de mogelijkheid om in de dienstgang te kunnen trainen.

4.3 Maatregeltabel

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk is omschreven, kan het nodig zijn om maatregelen te nemen om te voldoen aan één of meerdere doelen of voorwaarden.

Voorbeeld: De maatregel 'plaatsbepaling systematiek dienstgang'.

De exacte locatiebepaling van een incident en van personen in de dienstgang kan bijdragen aan de doelen: *tijdig ontdekken van een slachtoffer, veilig vluchten, tijdige evacuatie van een slachtoffer uit de dienstgang en veilige inzet van de brandweer.*

Om RWS te ondersteunen bij het maken van de keuze om een maatregel wel of niet toe te passen, is een maatregeltabel opgesteld. Als bijlage 9 is een Excel bestand toegevoegd met daarin de maatregeltabel. Zie ook figuur 4.4 hieronder. In de maatregeltabel is per maatregel zichtbaar aan welke voorwaarde(n) en doel(en) de maatregel kan bijdragen. Daarnaast kan per doel of voorwaarde getoond worden welke maatregelen hier een bijdrage aan kunnen leveren. Tevens is aangegeven of een maatregelen wettelijk verplicht is of dat RWS hierin keuzemogelijkheden heeft. De genomen maatregelen en communicatie daarvoor kunnen ook bijdragen aan de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers.

Aansluiting op de RI&E-systematiek van RWS

Vanuit RWS is verzocht om zoveel als mogelijk aan te sluiten bij de RI&E-systematiek die binnen de organisatie wordt gehanteerd. Daarom wordt per maatregel ook aangegeven wat het gevaar is, wat de oorzaak van het gevaar is en wat de gevolgen zijn als er geen invulling wordt gegeven aan de voorgestelde maatregel. Als de maatregel invulling geeft aan een eis uit het Arbobesluit, wordt voor die maatregel het betreffende artikelnummer weergegeven.

Bijlage Z	Maatregelen	Doel	BO							Gevaar (Eisenwet)	Gevaar (andere specificaties)	Oorzaak (risicofactoren)	Gevolgen (risico in veiligheid)
			BO	Tijdig ontdekken van een slachtoffer	Veilig vluchten	Tijdige evacuatie van een slachtoffer uit de dienstgang	Veilige inzet van de brandweer	Wettelijk verplicht	Beleefbaarheid				
11	Procedure slachtoffer in dienstgang	Tijdig alarmeren (intercomen)		+	+	+	+	+	Arboret artikel 3	Slachtoffer	Geen procedure slachtoffer in dienstgang	Ongewoon voorbeeld zijn op calamiteit situatie met een slachtoffer in dienstgang. Kan van invloed zijn op (bijv.) inzet van slachtoffer.	
12	Procedure rookontwikkeling, brand of / automatische brandmelding in dienstgang	Tijdig alarmeren (intercomen)		+	+	+	+	+	artikel 15, Arboret artikel 3	Brand	Veraging in hulpverlening	Geen locatie specifieke procedure 'rookontwikkeling, brand of / automatische brandmelding in dienstgang'	Ongewoon voorbeeld zijn op de mogelijke calamiteit situatie brand in dienstgang. Mogelijk impact op vluchtheids en kans op systeemval
13	Procedure inzet hulpdiensten in dienstgang	Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+	Arboret artikel 3	Brand / slachtoffer	Veraging in hulpverlening	Geen locatie specifieke procedure spreiden hulpdiensten in dienstgang	Ongewoon voorbeeld zijn op calamiteit situatie in dienstgang. Mogelijk impact op gezondheid slachtoffer, vluchtheids en kans op systeemval
14	Procedure spanning/loos maken dienstgang	Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+		Brand / slachtoffer	Geen veilig opreden hulpdiensten mogelijk	Geen locatie specifieke procedure (spanning/loos maken dienstgang)	Hulpdiensten treden niet op in dienstgang als er een reëel kans is op elektrische (bijvoorbeeld) het scenario brand
15	Procedure warme werkzaamheden in dienstgang	Direct bussen van een brand ontstaan door warme werkzaamheden		+	+	+	+	+		Brand	Geen standaard procedure veilig uitvoeren warme werkzaamheden in dienstgang	Geen standaard procedure veilig uitvoeren warme werkzaamheden in dienstgang	De scenario brand in dienstgang
16	Procedure (solitair) werken in dienstgang	Tijdig alarmeren (intercomen) / Veilig vluchten / Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang		+	+	+	+	+	artikel 15	Brand / slachtoffer	Persoon niet letsel in dienstgang wordt (het) laat ontdekken / dienstgang voor niet tijdig verlaten	Geen procedure (solitair) werken in dienstgang. Onbekendheid met procedure	Onderhoudsmedewerkers handelen niet volgens de vastgestelde procedures. Dit kan van invloed zijn op het veilig vluchten.
17	Plaatsaanduiding Systematiek Dienstgangen	Tijdig alarmeren (intercomen) / Veilig vluchten / Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+	artikel 3, 6, 15	Brand / slachtoffer	Onbekende locatie. Veraging in hulpverlening	Geen plaatsaanduiding systematiek dienstgang. Onduidelijkheid over exacte locatie van de calamiteit	Onduidelijkheid over exacte locatie spreiden calamiteit in dienstgang. Medewerkers vluchten richting de brand. Veraging in spreiden hulpdiensten.
18	Aanpak opleiding en training veilig werken in dienstgang	Etna (vluchtingangen) h.o.h. < 500 meter (maatwerk)		+	+	+	+	+		Brand / slachtoffer	Vluchten in rook / Veraging in hulpverlening	Onbekendheid met (aanpak) procedure dienstgang	Onderhoudsmedewerkers handelen niet volgens de vastgestelde procedures. Dit kan van invloed zijn op het veilig vluchten.
19	Periodiek uitvoeren NEN 3140 respectie elektrische installatie	Voorkomen brand		+	+	+	+	+		Brand	Ontstaan van brand in de elektrische installatie	Geen inspectie van de elektrische installatie	De scenario brand in dienstgang
20	Vluchtingangen h.o.h. 500 meter	Veilig vluchten / Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+	artikel 3.2, 3.6	Brand	Vluchten in rook	Rookverspreiding sneller dan vluchtroute	Persoon vonden blootgesteld aan rookgassen / veraging in hulpverlening
21	Etna (vluchtingangen) h.o.h. < 500 meter (maatwerk)	Veilig vluchten / Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+	artikel 3, 6	Brand	Ongewoonde veilige vluchtroute / Veilige inzet brandweer niet mogelijk	Ongewoonde vliep hoogte om met de normale loopnelheid van 1 m/s te kunnen vluchten / In de dienstgang is een blootstelling aan rook van 1 m/s v.a. door er vermalede rookverspreiding binnen de dienstgang plaatsvindt / De in diepte voor de brandweer is te groot om veilig de brand te kunnen bestrijden	Persoon kan niet snel genoeg vluchten en kans in aanraking met rook / Brandweer treedt niet op bij brand vanwege te grote in diepte
22	Ophellen doodpende eind / procedure werken in doodpende eind	Veilig vluchten		+	+	+	+	+	artikel 3.2, 3.6	Brand	Veilig vluchten niet mogelijk door een brand de enige vluchtroute blokkeert	Ongewoonde vliep hoogte om met de normale loopnelheid van 1 m/s te kunnen vluchten / Keuze voor onveilige vluchtroute. Veraging in hulpverlening	Bij calamiteit brand kunnen personen in dienstgang niet vluchten door geblokkeerde vluchtroute. Van directe invloed op (bijv.) inzet van slachtoffer
23	Vluchtroute aanduiding met plaatsbepaling h.o.h. 50 meter	Veilig vluchten / Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+	artikel 3, 6	Brand / slachtoffer	Onbekende locatie. Keuze voor onveilige vluchtroute. Veraging in hulpverlening	Onduidelijkheid over locatie spreiden calamiteit in dienstgang. Vluchten richting de brand en veraging in opreden hulpdiensten.	Onduidelijkheid over locatie spreiden calamiteit in dienstgang. Vluchten richting de brand en veraging in opreden hulpdiensten.
24	Realiseren vluchtingangen met luminiserende vluchtpadmarkering	Veilig vluchten / Veilige inzet (bussen) brandweer		+	+	+	+	+		Brand / slachtoffer	Niet waarmaken vluchttuk in dienstgang	Vluchttuk onrooibbaar	Niet vanden vluchttuk in dienstgang

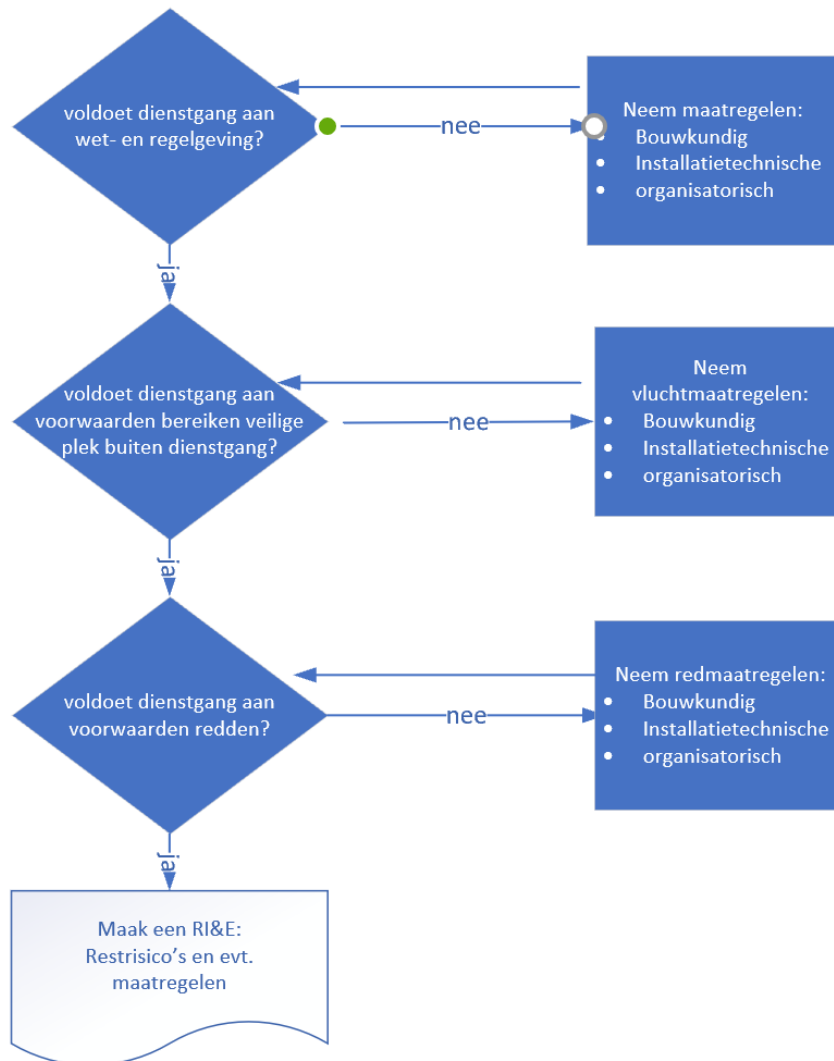
Figuur 4.4 Afbeelding van de maatregeltabel

5 Raamwerk

In dit hoofdstuk komen de analyse van de wet- en regelgeving (hoofdstuk 2), de beschreven incidentscenario's (hoofdstuk 3) en de beschreven doelen, voorwaarden en maatregelen per incidentscenario (hoofdstuk 4) samen in een raamwerk waarmee veiligheidsafwegingen over dienstgangen bij wegtunnels kunnen worden gemaakt.

Het toepassen van het raamwerk tijdens het ontwerpen van een nieuwe verkeerstunnel met dienstgang kan eraan bijdragen dat er voldoende aandacht wordt besteed aan de dienstgang zodat gevaren voor de veiligheid en de gezondheid van onderhoudsmedewerkers wordt voorkomen voor de scenario's brand en slachtoffer in dienstgang (artikel 3.2 Arbobesluit). Het toepassen van het raamwerk kan het aantal punten beperken dat wordt opgenomen in een restrisico-dossier. Daarnaast kan het zorgen voor een beperking van de noodzaak van het inzetten van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals een vluchtmasker als oplossing voor punten in het een restrisico-dossier (artikel 8.1).

Het raamwerk, dat bestaat uit een aantal processtappen, is op de volgende pagina weergegeven (zie figuur 5.1). Onder het raamwerk zijn de processtappen toegelicht.



Figuur 5.1 Raamwerk veiligheidsafwegingen dienstgang

Voldoet de dienstgang aan wet- en regelgeving?

Uit de analyse van de wet- en regelgeving uit hoofdstuk 2 blijkt dat er sprake is van enkele 'vaste' prestatie-eisen waaraan een dienstgang moet voldoen, zoals bijvoorbeeld de 'brandwerendheid m.b.t. bezwijken' volgens het Bouwbesluit 2012 en eisen aan het materiaalgebruik van nieuwe kabels en leidingen. Of hieraan wordt voldaan, moet per dienstgang worden beoordeeld op basis van feitelijke constatering (via beoordeling of inspectie). Wanneer aan deze 'vaste' prestatie-eisen niet wordt voldaan, dienen bouwkundige, installatietechnische of organisatorische maatregelen te worden genomen.

Voldoet de dienstgang aan de voorwaarden voor het bereiken van een veilige plek buiten de dienstgang?

De voorschriften voor het 'veilig vluchten' vanuit de dienstgang zijn in de Arbo-regelgeving functioneel geredigeerd als 'doelvoorschrift'. Of een dienstgang voldoet aan deze voorwaarden is afhankelijk van vele factoren (onder andere de lengte, hoogte, het materiaalgebruik, enzovoort). Door toepassing van de schema's en de maatregelentabel uit hoofdstuk 4 (doelen, voorwaarden en maatregelen) kan per dienstgang worden bepaald of wordt voldaan aan de voorwaarden voor het bereiken van een veilige plek buiten de

dienstgang. Wanneer niet aan de voorwaarden wordt voldaan, dienen bouwkundige, installatietechnische of organisatorische maatregelen te worden genomen. In de maatregelentabel is tevens aangegeven of een maatregel wettelijk verplicht is of dat RWS hierin keuzemogelijkheden heeft.

Voldoet de dienstgang aan voorwaarden voor redden?

Of een dienstgang voldoet aan deze voorwaarden is afhankelijk van vele factoren (onder andere de lengte, hoogte, materiaalgebruik, enzovoort). Door toepassing van de schema's en maatregelentabel uit hoofdstuk 4 (doelen, voorwaarden en maatregelen) kan per dienstgang worden bepaald of wordt voldaan aan de voorwaarden voor het redden van personen binnen de dienstgang door de hulpdiensten. Wanneer niet aan de voorwaarden wordt voldaan, dienen bouwkundige, installatietechnische of organisatorische maatregelen te worden genomen. In de maatregelentabel is tevens aangegeven of een maatregel wettelijk verplicht is of dat RWS hierin keuzemogelijkheden heeft.

Maak een object-RI&E-analyse: beschrijf restrisico's en eventuele maatregelen

De uitkomst van de toepassing van de schema's en de maatregelentabel kan vervolgens als input voor de object-RI&E-analyse worden gebruikt. Hieruit volgen eventuele restrisico's waaraan vervolgens maatregelen kunnen worden verbonden. Hierbij kan ook de eventuele toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen worden betrokken, met dien verstande dat, zoals eerder is aangegeven, vanuit het oogpunt van de arbeidshygiënische strategie de toepassing van vaste maatregelen de voorkeur heeft.

6 Conclusie en aanbevelingen

In paragraaf 6.1 worden de onderzoeksvragen beantwoord. In paragraaf 6.2 staat enkele aanbevelingen opgenomen.

6.1 Conclusies

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Onder welke voorwaarden is veilig werken door onderhoudspersoneel in een dienstgang van wegtunnels mogelijk?

Deze hoofdvraag is onderverdeeld in een aantal deelvragen. De beantwoording van de deelvragen levert het antwoord op de hoofdvraag op. Het 'veilig werken' zoals weergegeven in de hoofdvraag is blijkens de deelvragen afgebakend tot de onderdelen 'zelfstandig bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang' en 'mogelijkheid voor redding door de hulpdiensten'.

6.1.1 Onderzoeksvraag 1

Onderzoeksvraag 1 luidt:

Welke wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten is van toepassing op een dienstgang?

Het antwoord op deze vraag luidt:

In de wet- en regelgeving die van toepassing is op een dienstgang van een wegtunnel kan onderscheid worden gemaakt in de bouwregelgeving (Woningwet, Wabo, Bouwbesluit 2012), tunnelregelgeving (Europese richtlijn 2004/54/EG, Warv, Rarvw) en Arboregelgeving (Arbowet, Arbobesluit, Arboregeling).

Een dienstgang is een 'technische ruimte' of 'onbenoemde ruimte', maar geen 'voor personen bestemde vloer' als bedoeld in het Bouwbesluit 2012. De voorschriften voor veilig vluchten uit het Bouwbesluit 2012 zijn daarom niet van toepassing op een dienstgang. Wel gelden voor een dienstgang enkele andere voorschriften die van invloed kunnen zijn op de vluchtveiligheid, zoals eisen voor de beperking van ontwikkeling van brand en rook.

De Arboregelgeving is maatgevend is voor de te treffen veiligheidsvoorzieningen voor onderhoudsmedewerkers in dienstgangen. Het Bouwbesluit en de Tunnelregelgeving bieden een bepaald basisveiligheidsniveau, maar zijn beide niet gericht op de veiligheid van incidenteel aanwezige onderhoudsmedewerkers, maar uitsluitend op tunnelgebruikers- en personeel. De Arboregelgeving is complementair aan de voorschriften van het Bouwbesluit, waarbij de Arbo-regelgeving eisen stelt aan een arbeidsplaats. De werkgever moet in een object-RI&E-analyse per dienstgang een beschrijving geven van de risico's en de risico-beperkende maatregelen.

6.1.2 Onderzoeksvraag 2

Onderzoeksvraag 2 luidt:

Op welke punten voldoet een dienstgang wel of niet aan de wet- en regelgeving met betrekking tot veilig vluchten?

Het antwoord op deze vraag luidt:

De voorschriften voor veilig vluchten uit het Bouwbesluit 2012 zijn niet van toepassing op een dienstgang, omdat er geen sprake is van een voor personen bestemde vloer. Artikel 5 van de Arboretwet gaat over de inventarisatie en evaluatie van risico's. De onderwerpen 'veilig vluchten' bij de incidentscenario's 'brand in de dienstgang' en 'slachtoffer in de dienstgang' zijn onvoldoende geborgd in de object-RI&E-analyses en het huidige veiligheidsbeleid van RWS. Tijdens de analyse is naar voren gekomen dat ook het 'veilig kunnen optreden van hulpverleningsdiensten' in de dienstgang onvoldoende is geborgd. Daarmee wordt niet voldaan aan de Arboregulegeving. Dit voorliggende onderzoek kan gebruikt worden om de bestaande object-RI&E-analyses van de dienstgangen te actualiseren en om object-RI&E-analyses voor nieuwe tunnels op te stellen.

6.1.3 Onderzoeksvraag 3

Onderzoeksvraag 3 luidt:

Wat zijn de incidentscenario's van incidenten in de dienstgang waarbij er gevlucht moet worden uit de dienstgang en wat is het gewenste verloop van deze scenario's?

Het antwoord op deze vraag luidt:

De incidentscenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang' zijn geïdentificeerd als de scenario's waarbij er direct gevlucht moet worden. Bij het scenario 'brand in dienstgang' is de giftige rook de aanleiding om de dienstgang direct te verlaten (vluchten) en bij het incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang' moet het slachtoffer de dienstgang verlaten (vluchten of geëvacueerd worden) om de benodigde medische hulp te kunnen krijgen. Het verloop van de beide scenario's is afhankelijk van diverse factoren, zoals de afmetingen van de dienstgang, de aanwezige installaties, et cetera en kan per dienstgang verschillen. Er is daarom een *gewenst* verloop voor deze incidentscenario's opgesteld.

Het gewenste verloop van het scenario 'slachtoffer in de dienstgang' is als volgt:

- > Tijdig ontdekken van een slachtoffer in de dienstgang
- > Alarmeren (intern / extern) na ontdekken van een slachtoffer in de dienstgang
- > Tijdige evacuatie van een slachtoffer uit de dienstgang.

Het gewenste verloop van het scenario 'brand in de dienstgang' is als volgt:

- > Het tijdig ontdekken van een brand in de dienstgang
- > Alarmeren intern en extern (hulpdiensten) na het ontdekken van een brand in de dienstgang
- > Het direct uitvoeren van een bluspoging bij warme werkzaamheden door de brandwacht
- > Veilig vluchten bij brand
- > Veilige inzet van de brandweer.

6.1.4 Onderzoeksvraag 4

Onderzoeksvraag 4 luidt:

Onder welke voorwaarden is het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang door een onderhoudsmedewerker of redding door de hulpdiensten mogelijk?

Uit de beantwoording van onderzoeksvraag 2 is naar voren gekomen dat het 'veilig kunnen optreden van hulpverleningsdiensten' in de dienstgang onvoldoende is geborgd. Er is daarom voor gekozen om de analyse van het optreden van de hulpdiensten breder te trekken dan alleen het redden (evacuëren) van een slachtoffer uit de dienstgang.

Op basis van het gewenste incidentverloop van de incidentscenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang' uit onderzoeksvraag 3 zijn de voorwaarden vastgesteld waaraan voldaan moet worden om het gewenste incidentverloop daadwerkelijk te kunnen laten plaatsvinden.

Het antwoord op deze vraag luidt:

Aan de onderstaande voorwaarden dient voldaan te worden om het (zelfstandig) bereiken van een veilige plaats buiten een dienstgang of veilig optreden door de hulpdiensten mogelijk te maken:

- > Het personeel is op calamiteiten in de dienstgang getraind.
- > Het incident (een slachtoffer of brand) in de dienstgang wordt tijdig ontdekt.
- > Onderhoudspersoneel in de dienstgang beschikt over een communicatiemiddel om tijdig te kunnen alarmeren en een systeem om tijdig gealarmeerd te kunnen worden.
- > De exacte locatie van het incident (een slachtoffer of een brand) in de dienstgang is bekend .
- > Er kan in twee richtingen worden gevluht, waarvan er één bij brand voldoende veilig is.
- > De onderlinge afstand tussen (vlucht)uitgangen van de dienstgang is maximaal 500 meter. De noodzakelijkheid hiervan is afhankelijk van de mate waarin aan de andere voorwaarden wordt voldaan en volgt uit het toe te passen raamwerk (zie hoofdstuk 5).
- > Het optreden van de hulpdiensten in de dienstgang wordt gefaciliteerd:
 - er is een veilige opstelplaats
 - de dienstgang is toegankelijk voor de hulpdiensten
 - er is een plattegrond van de dienstgang met plaatsbepaling beschikbaar
 - er is een beperkte inzetdiepte van maximaal 250 meter vanaf een toegang tot de dienstgang
 - de hulpdiensten hebben zich kunnen voorbereiden op een inzet in de dienstgang (door opleiding en training).

Aanvullend bij een brand in de dienstgang:

- > De locatie van de brand is te bereiken met een blusmiddel.
- > De opstelplaats van de hulpdiensten blijft ook veilig bij een eventuele uitval van installaties van de wegtunnel door de brand.

6.1.5 Onderzoeksvraag 5

Onderzoeksvraag 5 luidt:

Welke extra beheersmaatregelen zijn er mogelijk en noodzakelijk indien niet wordt voldaan aan de voorwaarden?

Het antwoord op deze vraag luidt:

Veiligheidsmaatregelen kunnen zowel technisch (bouwkundig / installatietechnisch), als organisatorisch (afspraken, opleiding enzovoort) van aard zijn. Hierbij kan ook de eventuele toepassing van persoonlijke beschermingsmiddelen worden betrokken, met dien verstande dat, vanuit het oogpunt van de arbeidshygiënische strategie, de toepassing van vaste maatregelen de voorkeur heeft.

Extra beheersmaatregelen voor het bereiken van een veilige plaats:

- > Toevoegen van het vermoeden van brand in de dienstgang als apart onderdeel in de procedure CO₂, (vermoeden van) brand en/of gevaarlijke stoffen
- > Procedure automatisch brandalarm dienstgang en eisen aan detectiesysteem
- > Opleiding en training van medewerkers
- > Plaatsbepalingssystematiek dienstgang
- > Procedure werken in doodlopend einde
- > Luchtstroming in dienstgang beperken tot maximaal 1 m/s
- > Extra (vlucht)uitgangen realiseren
- > Beperken van (clusters van) brandbare materialen.

Extra beheersmaatregelen voor evacuatie door de hulpdiensten:

- > Procedure hulpdiensten in dienstgang
- > Procedure spanningsloos maken dienstgang
- > Extra (nood)toegangen tot dienstgang
- > Voorzieningen voor het transport van blusmiddel naar de brand.

6.1.6 Overige conclusies

- > RWS heeft als opdrachtgever jegens de onderhoudsmedewerkers verplichtingen voor veilig werken, die in het bouw- en onderhoudsproces ingevuld en geïmplementeerd moeten worden (artikel 2.23-2.35 Arbobesluit). Met de resultaten van het voorliggend onderzoek is er meer zicht op risico's die kunnen optreden bij brand of ongevallen en ook op maatregelen om risico's te mitigeren. De onderzoeksresultaten kan RWS daarom gebruiken om concreter en explicieter invulling te geven aan die verplichtingen en ook om keuzes te maken voor welke risico's RWS zelf maatregelen neemt en voor welke (rest)risico's RWS het nemen van maatregelen aan de aannemer overlaat.
- > Bij de diverse voorgestelde maatregelen in de maatregelentabel is tevens aangegeven of deze wettelijk verplicht zijn of dat RWS hierin keuzemogelijkheden heeft. De genomen maatregelen en communicatie daarover kunnen tevens bijdragen aan de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers.
- > Het onderwerp 'veilig werken in dienstgangen' lijkt zowel in wetgeving als in ontwerp- en uitvoeringsprocessen van RWS momenteel spreekwoordelijk 'tussen wal en schip te vallen'. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de Arbo-regelgeving geen criterium is waaraan wordt getoetst tijdens een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het bouwen en ook geen criterium is waaraan voldaan moet worden bij openstelling van een tunnel. Wanneer tijdens het ontwerp- en bouwproces echter geen rekening is gehouden met de Arbo-regelgeving, kan het voorkomen dat de dienstgang wel voldoet aan de bouw- en tunnelregelgeving, maar toch niet geschikt is om veilig in te werken.
- > Uit de bezoeken die zijn gebracht aan de Leidsche Rijntunnel (Utrecht) en KWA-tunnel (Maastricht) en uit de object-RI&E-analyses blijkt dat er op dit moment in de

verschillende dienstgangen nog geen sprake is van uniforme voorzieningen met betrekking tot bijvoorbeeld veiligheidsvoorzieningen en instructies voor het betreden van de dienstgang.

- > De Landelijke tunnelstandaard is met name gericht op calamiteiten in de verkeersbuizen. De procedure hoe te handelen bij het (vermoeden van) een brand in de verkeersbuis is volledig uitgeschreven. In een toegevoegde opmerking wordt aangegeven dat de omschreven procedure ook geldt voor het MTK. Uit de analyse is gebleken dat de benodigde procedure voor de dienstgang toch op enkele punten afwijkt.
- > Door RWS is aangegeven dat een brand in een dienstgang een geaccepteerd risico is. Een brand kan leiden tot (langdurige) uitval van installaties ten behoeve van de wegtunnel. De brandweer zal in geval van brand worden opgeroepen om deze te bestrijden. Gezien de vormgeving van de dienstgang en de lange afstanden tussen toegangen zal een inzet, afhankelijk van de omstandigheden in de dienstgang, maar beperkt mogelijk zijn. Als er geoefend wordt door de hulpdiensten, vinden de oefeningen plaats in de verkeerstunnels.
- > Om veilig een brand te kunnen bestrijden in de dienstgang kan het noodzakelijk zijn om de stroom inclusief eventuele aanwezige 10kV-kabels af te schakelen. RWS heeft aangegeven dat er per incident gekeken zal worden wat er mogelijk is. Het niet afschakelen zal betekenen dat de brandweer niet op zal treden in de dienstgang als zij van mening is dat afschakelen wel noodzakelijk is.

6.2 Aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan.

- > Borg de verplichting en ketenverantwoordelijkheid die RWS volgens afdeling 5 van het Arbobesluit als opdrachtgever heeft voor veilig werken in de dienstgang in alle fasen: van ontwerp tot exploitatie van een tunnel.
- > Implementeer de onderwerpen 'veilig vluchten/redden slachtoffer' (evacuatie van medewerkers) alsook het 'veilig kunnen optreden van hulpverleningsdiensten' in het integraal veiligheidsplan en in de object-RI&E-analyses van de afzonderlijke tunnels van RWS. De resultaten van dit voorliggende onderzoek kunnen gebruikt worden om de bestaande object-RI&E-analyses van de dienstgangen te actualiseren en om nieuwe op te stellen.
- > Neem de scenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer' mee in de object-RI&E's.
- > Vertaal het geactualiseerde veiligheidsbeleid voor nieuw te bouwen tunnels door naar de ontwerp- en uitvoeringsprocedures. Overweeg voor bestaande tunnels een 'herstelprogramma', waarvoor dit onderzoek als input kan functioneren.
- > RWS heeft in de LTS reeds diverse procedures opgenomen die mede gericht zijn op de (vlucht)veiligheid van onderhoudsmedewerkers in de dienstgangen. Actualiseer deze procedures op basis van dit onderzoek en voeg de volgende procedures toe:

- Procedure 'rookontwikkeling, brand of (automatische)brandmelding in dienstgang'.
 - Plaatsbepalingssystematiek dienstgang
 - Procedure werken in doodlopend einde
 - Procedure spanningsloos maken dienstgang
 - Procedure '(solitair) werken in dienstgang'.
- > Geef aan de onderhoudsaannemer concrete eisen en maatregelen mee die zijn gericht op de (vlucht)veiligheid van onderhoudsmedewerkers. Maak daarbij de keuze om de uitvoeringsmaatregelen als RWS zelf voor te schrijven, of om uitvoeringsmaatregelen voor te stellen die de onderhoudsaannemer vervolgens kan opnemen in de uitvoerings-RI&E.
- > Overweeg om (vaste) maatregelen die volgen uit dit onderzoek op te nemen in het LTS, voor zover deze daarvan nog geen onderdeel zijn.
- > Oefen de incidentscenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang' samen met de hulpdiensten.

Literatuur

Berghuis, M.I. et al. (2020). *Handboek Bouwbesluit 2012, deel 3*. Alphen aan de Rijn en Doetinchem: Vakmedianet BouwCommunities B.V.

Brandweer Nederland. (2020). [Brandweeroptreden nabij elektriciteit](#). Arnhem: Brandweer Nederland.

COB. (2019). [Handboek Tunnelbouw. Versie 2019.1](#).

Driessen, J., Landwier, R., Verhoeven Y., & Verwoerd, R., (1994). [Beschrijvende Plaatsaanduiding Systematiek \(BPS\) \[1994\]](#). Rijkswaterstaat. Rapport P-DWW-94-014

Europese Reanimatie Raad. (2015). [Richtlijnen Reanimatie in Nederland, 2015](#). Den Haag: Nederlandse Reanimatie Raad.

Instituut Fysieke Veiligheid. (2017). *Basis voor brandveiligheid. De onderbouwing van brandbeveiliging in gebouwen*. (2e ed.). Arnhem: IFV.

Kinney, G.F. & Wiruth, A.D. (1976) [Practical Risk Analysis for Safety Management](#). Technical Publication 586. China Lake, California: Naval Weapons Center.

Lönnermark, A., & Ingason, H. (2016). *Proceedings from the Seventh International Symposium on Tunnel Safety and Security*, ISTSS, Montréal, Canada, March 16-18, 2016.

Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (2019, 18 juni). *Tunneloverzicht*. Geraadpleegd op 26 oktober 2020 van <https://www.cob.nl/tunneloverzicht/>.

Rijkswaterstaat. *Tunnels*. Geraadpleegd op 26 oktober 2020 van [https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wegbeheer/tunnels/index.aspx#:~:text=Tunnels%20in%20beheer%20Rijkswaterstaat,Rijkswaterstaat%20beheert%2020%20tunnelcomplexen](https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wegbeheer/tunnels/index.aspx#:~:text=Tunnels%20in%20beheer%20Rijkswaterstaat,Rijkswaterstaat%20beheert%2020%20tunnelcomplexen.).

Zhang, X. H., Guan, Y. X., Fang, Z., & Liao, Y. F. (2016). Fire risk analysis and prevention of urban comprehensive pipeline corridor. *Procedia Engineering*, 135, 463-468.

Bijlage 1: Overzicht gegevens

Deze bijlage geeft een overzicht van informatie over de dienstgangen die RWS voor het onderzoek beschikbaar heeft gesteld in een aantal mailberichten. Deze informatie is grotendeels afkomstig uit de KWA-tunnel te Maastricht.

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende gegevens die door RWS zijn aangeleverd:

- > Overzicht brandmeldinstallatie verkeersbuis, d.d. 2 juni 2017 van projectbureau Avenue2
- > Overzicht roostervloer middentunnelkanaal, d.d. 5 januari 2016 van projectbureau Avenue2
- > Werkbeschrijving onderzoek veilige vluchtweg v1.1
- > Verhoging zelfredzaamheid MTK KWA tunnel v1.0 def
- > 62241-1-20200120 NB Rijkswaterstaat Notitie brandveiligheid (23-1-2020)
- > Inspectierapport KWA-tunnel, Notitie brandveiligheid 23 januari 2020, All round fire safety
- > E-mail van Ico Jacobs d.d. 20-7-2020 met nadere info uit de Landelijke tunnelstandaard (m.b.t. waarschuwingsinstallatie) en beantwoording van een aantal vragen
- > E-mail van Ico Jacobs d.d. 21-7-2020 met nadere info over veiligheidsprotocollen en opleiding alsmede de beantwoording van een aantal vragen
- > E-mail van Ico Jacobs d.d. 21-10-2020 met o.a. een ontruimingsplan van een Middentunnelkanaal alsmede de beantwoording van een aantal vragen
- > RI&E-analyse KWA-tunnel d.d. 29 april 2019
- > RI&E-analyse Leidsche Rijntunnel d.d. 9-4-2019
- > RCA-rapport brand schipholtunnel 27 maart 2017.

Bouwkundige voorzieningen

Informatie uit het document 'werkbeschrijving onderzoek veilige vluchtweg v1.1

- > De beschermde vluchtroute en een dienstgang zijn van elkaar gescheiden door een vloer die bestaat uit betonplaten en metalen roosters.
- > Vluchten tijdens een calamiteit is alleen mogelijk via de twee uitgangen van een dienstgang; de uitgangen zijn meestal gelegen in de nabijheid van de uiteinden van de tunnel.
- > Hulpverleningsdiensten (brandweer / ambulance) hebben alleen via de uiteinden van de dienstgang de mogelijkheid om een eventueel slachtoffer in een dienstgang te benaderen.

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 20-7-2020

- > Indien ventilatieroosters zijn toegepast tussen een dienstgang en de beschermde vluchtroute in het middentunnelkanaal, mogen deze niet binnen 10 m vanaf de vluchtdeuren geplaatst worden. Toelichting: hierdoor wordt voorkomen dat bij falen van

een vluchtdeur de installaties in een dienstgang (bekabeling e.d.) aan hitte worden blootgesteld.

Informatie rapportage AV2-ISH-PO02-PLN-00004_VGMP versie 3.0 d.d. 10-7-2019

- > Een dienstgang wordt gezien als een besloten ruimte gezien de lengte van 2,3 km en de beperkte toegang tot de ruimte.

Overige aspecten

- > Een dienstgang ligt al dan niet met het middentunnelkanaal met beschermde vluchtroute in een afzonderlijk brandcompartiment dat brandwerend is afgescheiden van de wegtunnelbuizen en een eventueel dienstgebouw.
- > De toegepaste materialen in de dienstgang zijn moeilijk brandbaar. De constructie bestaat uit beton en roostervloeren van metaal.

Installatietechnische aspecten

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 20-7-2020

- > In een dienstgang zijn voornamelijk kabels, verdeelkasten en elektrotechnische apparatuur, zoals voorschakelmateriaal verlichting, besturingskastjes luidsprekers en kleine voedingskasten aangebracht.

Informatie uit het document 'werkbeschrijving onderzoek veilige vluchtweg v1.1

- > Toegepaste kabels hebben de typetoevoeging mbzg (Moeilijk Brandbaar Zero Halogeen/NEN 8012).
- > Er zijn voorzieningen aangebracht die continue de actuele situatie en de tunnelconditie (waaronder de luchtkwaliteit) monitoren.
- > Op verschillende plaatsen zijn vluchtroutes gemarkeerd (volgens BHV4-normen).
- > Op verschillende plaatsen zijn blusmiddelen geplaatst.
- > Een dienstgang is voorzien van een LFV-waarschuwingsinstallatie waarbij, naast akoestische signalen, middels groene, oranje en rode signalering wordt aangegeven hoe men in een bepaalde fase dient te handelen. Bij een calamiteit worden de medewerkers in de dienstgang niet geïnformeerd omtrent de richting waarin gevluht moet worden. Specificaties waaraan de waarschuwingsinstallatie moet voldoen, zijn opgenomen in hoofdstuk 8.5 van het document: 'R1.2 SP2 B2-1.6 Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem'.

Informatie uit de rapportage 'Verhoging zelfredzaamheid MTK KWA'

- > Als onderdeel van de elektrische installatie zijn tevens 10 kV-kabels in de dienstgang aangebracht.
- > Er zijn 'resopal plaatjes' in het middentunnelkanaal geplaatst, zodat het voor de brandweer duidelijk is waar de brandmelders zich bevinden.

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 21-10-2020

- > Niet in elke wegtunnel dienstgang is een overdrukinstallatie aanwezig. Er zijn wegtunnels waar continu een lichte overdruk is om vervuiling tegen te gaan en er zijn wegtunnels waar het systeem alleen meerdere keren per dag als test even aangaat.
- > Een overdrukinstallatie is gekoppeld aan de bedrijfstoestand van de wegtunnel en die wordt weer geïnitieerd door een mogelijke combinatie van meldingen. Bij een brand in

de wegtunnel kan de dienstgang onder overdruk worden gezet (de dienstgang fungeert dan als toevoer van lucht). Brandmelding leidt alleen tot ontruiming van het dienstgebouw. De dienstgang maakt geen onderdeel uit van een vluchtroute vanuit een dienstgebouw of vanuit de wegtunnel.

- > Blusmiddelen zijn niet aanwezig. Er wordt geen bluspoging gedaan, TENZIJ er warme werkzaamheden worden uitgevoerd. Dan zijn brandwacht en blusmiddelen aanwezig in de dienstgang.

Organisatorische aspecten

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 20-7-2020

- > In een dienstgang wordt regulier onderhoud uitgevoerd aan apparatuur. Bij (kleine) renovatie of vervanging kan dit bestaan uit kabels leggen, aansluiten van apparatuur of kasten (normaal gesproken 1 keer per 15 jaar).
- > Bij de KWA-tunnel worden onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd door minimaal 2 personen en in 90% van de gevallen ook door maximaal 2 personen.
- > Bij regulier onderhoud wordt maar op één locatie gewerkt en worden materialen op de kabelgoot gelegd zodat de vluchtweg niet wordt geblokkeerd.
- > Een monteur beschikt over handgereedschap en een accuboormachine. Er wordt nooit gewerkt met gasflessen. Soms is ook een kleine ladder beschikbaar. Spullen mogen de vluchtweg niet blokkeren.
- > Onderhoudsmedewerkers hebben de beschikking over een mobiele telefoon en een portofoon.
- > Voor de KWA-tunnel is een werkvergunning nodig. De opdrachtnemer (ON) heeft een permanente vergunning voor regulier onderhoudswerk.

Informatie uit de 'Werkbeschrijving onderzoek veilige vluchtweg v1.1

- > Er is sprake van een registratie- en meldplicht.

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 20-7-2020

- > Een procedure voor het uitvoeren van werkzaamheden in een dienstgang is opgenomen in de rapportage 'AV2-ISH-PO02-PLN-00004_VGMP versie 3.0'. Volgens paragraaf 7.2.3 van dit document zijn werkzaamheden in of bij het betreden van een dienstgang solitair, en zonder toezicht en aanvullende instructie van Avenue2 Instandhouding niet toegestaan.
- > Solitair werken is niet toegestaan.
- > Av2 ISH begeleidt altijd de werkzaamheden en geeft een korte uitleg aan de personen die een dienstgang gaan betreden.
- > Elk team neemt een luchtkwaliteitsmeter mee (CO₂, NO₂, CO) .
- > Elke monteur / bezoeker draagt een vluchtmasker bij zich (S-cap).
- > Specifieke LEH9-training gebaseerd op een dienstgang-situatie is door onderhoudsmedewerkers gevolgd bij Ave2 ISH.

Informatie uit de mailcorrespondentie met Ico Jacobs d.d. 21-10-2020

- > Bij verschillende tunnels lopen 10KV-kabels door de dienstgang. Deze worden niet uitgeschakeld bij brand, omdat dan ook veiligheidsvoorzieningen (denk aan ventilatie, verlichting) in een deel van de wegtunnel uitgeschakeld worden.

- > Het stilleggen van een wegtunnel(buis) is afhankelijk van het incident. Als de hulpverleningsdiensten via de vluchtdouren een dienstgang in willen, zal die wegtunnelbuis voor het verkeer afgesloten moeten worden.

Informatie uit het 'Integraal veiligheidsdossier KWA-tunnel (AV2-TP12-PLAN-10027 d.d. 17-10-2017)

- > Procedure 'brand in dienstgang': op basis van het aanspreken van minimaal twee automatische brandmeldingen of handbrandmelding uit een dienstgang wordt de ontruimingsinstallatie direct geactiveerd. Bij activering zijn een optisch en een akoestisch ontruimingssignaal waarneembaar binnen het middentunnelkanaal (in de beschermde vluchtroute en in een dienstgang) waar de melding is gecreëerd. Het akoestische ontruimingssignaal is tot 10 minuten na activering hoorbaar. Het optische signaal is zichtbaar, totdat de brandmeldinstallatie wordt hersteld. De vluchtplannen bij ontruiming van het dienstgebouw en bijbehorende instructie zijn opgenomen in het Integraal Veiligheidsplan (VBP Deel 6 Instandhouding, bijlage 6.2). Bij brand in een dienstgang wordt het desbetreffende tunnelniveau afgesloten en wordt de overdrukinstallatie ingeschakeld in de desbetreffende dienstgang, als onderdeel van de Veilige Ruimte (=beschermde vluchtroute middentunnelkanaal). Het instandhoudingspersoneel (=onderhoudsmedewerkers) dient de dienstgang te verlaten. Met trappen van de dienstgang naar de beschermde vluchtroute in het MTK aan de uiteinden kan de wegtunnel via de kopdeuren aan de veilige zijde worden verlaten. Vluchten vanuit een dienstgang naar de dienstgebouwen is niet mogelijk, omdat deze worden afgesloten.
- > Beheersmaatregelen 'letsel':
 - aanvullende PBM's dragen (bijv. brandvertragende werkkleding, adembescherming)
 - vóór start van de werkzaamheden de vluchtplannen doornemen
 - instructies bij calamiteit opvolgen
 - een zaklantaarn meenemen voor noodgevallen.

Bijlage 2: Juridische analyse

Deze bijlage bevat de juridische analyse waarin is aangegeven welke wet- en regelgeving van toepassing is op een dienstgang in een wegtunnel. Daarbij maken we onderscheid in de juridische analyse van de wet- en regelgeving en in de inhoudelijke (technische) voorschriften die op een dienstgang van toepassing zijn. Verder is in deze bijlage ook de analogieverkenning opgenomen met leidingstraten en mijnbouw.

Deze bijlage bevat de volgende onderdelen:

- > Paragraaf 1.1: juridische analyse
- > Paragraaf 1.2: raakvlakkenanalyse van diverse regelgeving
- > Paragraaf 1.3: van toepassing zijnde (technische) voorschriften
- > Paragraaf 1.3: literatuur- en analogieverkenning
- > Paragraaf 1.5: toetsing van de dienstgang op hoofdlijnen aan de wet- en regelgeving.

1.1 Juridische analyse

Achtereenvolgens worden in de juridische analyse betrokken:

- > Woningwet
- > Wabo
- > Bouwbesluit 2012
- > Warvw
- > Rarvw
- > Europese Richtlijn 2004/54/EH voor tunnels
- > Arbowet
- > Arbobesluit
- > Arboregeling.

Woningwet

In de Woningwet wordt onder andere het Bouwbesluit 2012 aangestuurd, waarin bouwtechnische voorschriften voor bouwwerken zijn opgenomen. Verder regelt de Woningwet bijvoorbeeld de relatie met technische bouwvoorschriften in andere wetgeving en is een algemene zorgplicht opgenomen. De Woningwet zelf bevat geen (technische) voorschriften die relevant zijn voor een dienstgang; deze staan immers in het Bouwbesluit 2012. Vanuit andere regelgeving (o.a. Warvw) wordt wel naar de Woningwet verwezen.

Wabo

De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) is de basis voor een groot deel van de vergunningen in het domein van de fysieke leefomgeving. De Wabo maakt het mogelijk om, binnen een project, met één omgevingsvergunning verschillende activiteiten (bouw, aanleg, oprichten, gebruik) uit te voeren. Dit geldt ook voor wegtunnels.

Bouwbesluit 2012

Inleiding

Het Bouwbesluit 2012 bevat voorschriften voor het uitvoeren van bouwactiviteiten, bouwen, verbouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken. Deze voorschriften gelden voor te bouwen, te verbouwen en bestaande bouwwerken en zijn van toepassing op alle bouwwerken (woningen, kantoren, maar ook wegtunnels, bruggen en viaducten). Deze voorschriften zijn afgestemd met voorschriften uit milieuregelgeving, externe veiligheid, arbeidsomstandigheden en monumentenzorg. Het gaat hierbij om het minimaal noodzakelijke niveau (Berghuis et al. 2020, p. 15).

Afbakening

In onze analyse ligt de focus op de voorschriften van het Bouwbesluit 2012 die gelden voor dienstgangen van wegtunnels. In artikel 1.1, derde lid, van het Bouwbesluit 2012 is het begrip wegtunnel gedefinieerd als: *'tunnel of tunnelvormig bouwwerk uitsluitend dan wel mede bestemd voor motorrijtuigen als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onder c, van de Wegenverkeerswet 1994'*.

De andere voorschriften van het Bouwbesluit 2012 die niet specifiek gelden voor de dienstgangen komen slechts aan de orde indien deze ook van invloed zijn op een dienstgang.

Gebruiksfunctie

Elk bouwwerk is onderverdeeld in één of meer gebruiksfuncties. Het Bouwbesluit 2012 kent 12 'hoofdgebruiksfuncties'. Een wegtunnel is volgens artikel 1.1, tweede lid, van het Bouwbesluit 2012 aan te merken als 'bouwwerk geen gebouw zijnde'. Voor de wegtunnels waarvan sprake is in dit onderzoek betreft het dan specifiek een *'bouwwerk geen gebouw zijnde, wegtunnel met een tunnellengte van meer dan 250 m'*.

Volgens vaste jurisprudentie is een bouwwerk een gebouw als het voor personen toegankelijk is, een dak heeft en twee of meer wanden. Dit geldt niet voor een wegtunnel, omdat deze in het Bouwbesluit 2012 concreet is aangemerkt als een bouwwerk geen gebouw zijnde (Handboek Bouwbesluit 2012, pagina 45).

Ruimtebenaming

Het begrip dienstgang komt niet voor in het Bouwbesluit 2012, doch kan worden aangemerkt als niet voor motorrijtuigen bestemd gedeelte van een wegtunnelbuis of niet in een wegtunnelbuis gelegen gedeelte van een wegtunnel. Een dienstgang betreft een technische ruimte als bedoeld in het Bouwbesluit 2012. Dit volgt uit de definitie van 'technische ruimte' in artikel 1.1, eerste lid, van het Bouwbesluit 2012:

Technische ruimte: ruimte voor het plaatsen van de apparatuur, noodzakelijk voor het functioneren van het bouwwerk, waaronder in ieder geval begrepen een meterruimte, een liftmachineruimte en een stookruimte.

Voor zover een (gedeelte) van een dienstgang geen technische installaties bevat, is er sprake van een 'onbenoemde ruimte'. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een loze ruimte die uitsluitend wordt benut om van de ene technische ruimte bij de andere technische ruimte te komen, of voor technische infrastructuur. Voor de beoordeling van de vluchtveiligheid van de dienstgang heeft dat echter geen consequenties.

Een dienstgang is echter geen 'voor personen bestemd gedeelte van een vloer' als bedoeld in artikel 1.1, eerste lid, van het Bouwbesluit 2012:

Vloer of ruimte waarvan het kenmerkende gebruik verbonden is met de aanwezigheid van personen

De toelichting bij deze definitie luidt als volgt:

Een voor personen bestemde vloer of ruimte is een vloer of ruimte waarvan het kenmerkende gebruik verbonden is met de aanwezigheid van personen. Met andere woorden er moet worden aangenomen dat bij regulier gebruik op die vloer of in die ruimte mensen aanwezig zijn. Een technische ruimte is daarom in de regel geen voor personen bestemde ruimte. Het kenmerkend gebruik van die ruimte is de aanwezigheid en het functioneren van een installatie, niet de incidentele aanwezigheid en werkzaamheden van onderhoudsmonteurs. Moet er voor de bediening van die installatie personeel aanwezig zijn, dan is de ruimte wel een voor personen bestemde ruimte.

Hieruit volgt dat, ondanks de wetenschap dat in een technische ruimte personen aanwezig kunnen zijn om onderhoud te kunnen uitvoeren, er geen sprake is van een voor personen bestemde vloer als bedoeld in het Bouwbesluit. De ruimte is per slot van rekening bestemd voor de apparatuur en het onderhoud, waarmee de aanwezigheid van die personen dus niet voortvloeit uit de functie van de ruimte, maar alleen uit het secundaire belang dat die installatie onderhouden moet worden. De veiligheid en gezondheid van die personen is daarmee onderwerp van regeling van de Arbowet (zie paragraaf 2.1.8.). De tijdsduur van het verblijf van een onderhoudsmedewerker in de dienstgang is daarbij niet van invloed op de functie van de ruimte.

De tijdsduur van het verblijf is wel relevant voor het veilig kunnen werken in de dienstgang: gedurende de tijdsduur dat een medewerker onderhoudswerkzaamheden verricht, moet hij/zij in de dienstgang veilig en gezond kunnen werken.

Bovendien vinden in een dienstgang niet de voor een wegtunnel kenmerkende activiteiten plaats. De voorschriften voor wegtunnelbuizen in het Bouwbesluit 2012 (voornamelijk eisen aan de brandveiligheid/vluchtroutes) gelden daarom alleen als een dienstgang nodig is voor een voor de wegtunnel noodzakelijke voorziening (zowel bouwtechnisch als installatietechnisch). Dat betekent bijvoorbeeld dat door een dienstgang alleen een vluchtroute voert, als dat een vluchtroute is voor de wegtunnel. Bij een dienstgang die boven het middentunnelkanaal ligt, is daarvan geen sprake.

Geen voorschriften voor veilig vluchten voor medewerkers

Omdat er geen sprake is van een voor personen bestemde vloer, zijn de voorschriften voor veilig vluchten van het Bouwbesluit 2012 niet van toepassing op een dienstgang. Voor de veiligheid van de medewerkers geldt de Arbo-regelgeving. Deze is complementair aan de voorschriften van het Bouwbesluit, waarbij de Arbo-regelgeving eisen stelt aan een werkplek. De technische ruimte (dienstgang) is een werkplek op het moment dat er gewerkt moet worden en op het moment dat er gewerkt wordt, moet worden voldaan aan de Arbo-

voorschriften. Overigens gelden volgens het Bouwbesluit 2012 wel enkele andere voorschriften vanuit het oogpunt van brandveiligheid. Deze worden behandeld in paragraaf 2.5 van dit rapport. Dit geldt ook voor specifieke brandveiligheidsvoorschriften in de Arbo-regelgeving.

Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Warvw)

In de Warvw zijn de organisatorische en procedurele voorschriften van de richtlijn nr. 2004/54/EG geïmplementeerd en zijn via de Rarvw één of meer gestandaardiseerde uitrustingen vastgesteld, waarmee invulling is gegeven aan de in het Bouwbesluit 2012 geïmplementeerde technische eisen uit de richtlijn. In de Warvw zijn o.a. voorschriften gegeven voor een tunnelveiligheidsplan (artikel 6), een veiligheidsbeheersplan (artikel 7), alsmede voor het uitvoeren van gemeenschappelijke oefeningen door het tunnelpersoneel (artikel 9).

Ook in de Warvw wordt de dienstgang als zodanig niet genoemd. De dienstgang is alleen relevant, voor zover deze een rol speelt bij een calamiteit in een tunnelbuis of de afhandeling daarvan. Een calamiteit in de dienstgang is dus geen scenario waarvan uitgegaan moet worden bij de toepassing van het Bouwbesluit 2012, Warvw (of Rarvw zie paragraaf 2.1.5), behalve wanneer de calamiteit in de dienstgang de veiligheid van het wegverkeer in gevaar brengt. Dat laatste kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer een brand in de dienstgang leidt tot het uitvallen van de (veiligheids)installatie in de tunnel.

Artikel 8 lid 5c artikellid van de Warvw regelt de koppeling met de Woningwet en het Bouwbesluit 2012 dat door de Woningwet is aangestuurd. Hierin is geregeld dat voorwaarde voor openstelling is dat moet worden voldaan de Woningwet. Dat betekent dat er geen strijd mag zijn met de voorschriften van het Bouwbesluit 2012.

Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Rarvw)

In de Rarvw is een aantal onderdelen uit de Warvw nader uitgewerkt, en zijn gestandaardiseerde uitrustingen gegeven waarmee geacht wordt invulling te geven aan de eisen van het Bouwbesluit 2012 en aan andere in Warvw gestelde belangen. Ook in de Rarvw wordt de dienstgang niet als zodanig genoemd en worden geen specifieke eisen aan een dienstgang gesteld.

In de Rarvw wordt onderscheid gemaakt in types voorvallen: incidenten en calamiteiten (Rarvw artikel 6 lid 3 en 4). De in deze artikelen genoemde voorvallen gaan echter niet over de dienstgang. Ook in de 'Gebruikershandleiding QRA-tunnels 2.0' (behorende bij bijlage 1 van de Rarvw) zijn de beschreven scenario's niet specifiek gericht op incidenten in een dienstgang (c.q. het middentunnelkanaal). Dat is ook logisch, omdat deze buiten de door de Europese richtlijn en het Bouwbesluit gehanteerde scenario's vallen. Wel wordt bij een aantal scenario's in de wegtunnelbuizen het aantal slachtoffers in nevenbuizen / het middentunnelkanaal / een beschermde vluchtroute meegerekend. Het gaat dan echter niet om toevallig vanwege reguliere werkzaamheden aanwezig onderhoudspersoneel, maar om weggebruikers die de wegtunnelbuis zijn ontvlucht, hulpverleners en bij de calamiteit ondersteunend tunnelpersoneel. Ook daarbij moet weer worden bedacht dat de beschreven scenario's gericht zijn op vluchtende weggebruikers, hulpverleners en bij de calamiteit ondersteunend tunnelpersoneel. In het geval dat vluchtende weggebruikers toegang hebben tot een dienstgang, tellen ook de slachtoffers (afkomstig uit de wegtunnelbuis) in die dienstgang mee.

Richtlijn 2004/54/EG voor tunnels in het trans-Europese wegennet

Deze Europese richtlijn bevat minimum veiligheidseisen voor tunnels in het trans-Europese wegennet. De bouwtechnische en installatietechnische eisen zijn geïmplementeerd in het Bouwbesluit 2012, terwijl eisen t.a.v. gestandaardiseerde uitrustingen (die een neerslag van die technische eisen vormen) alsmede procedurele eisen zijn opgenomen in de Warvw en Rarvw. Ook in de Europese richtlijn wordt een dienstgang niet genoemd. De motivering daarvan is reeds opgenomen in paragraaf 2.1.5 over de Warvw. De richtlijn ziet toe op een 'minimumveiligheidsniveau voor weggebruikers' (artikel 1). In de richtlijn is bovendien een aantal regels opgenomen gericht op 'tunnelpersoneel' en 'bedieningspersoneel'. Daaronder vallen echter geen incidenteel aanwezige onderhoudsmedewerkers voor onderhoud in een dienstgang.

Deze Europese richtlijn is door ons geanalyseerd, maar leidt niet tot afwijkende of aanvullende inzichten ten opzichte van het Bouwbesluit 2012, de Warvw en de Rarvw.

Arbodsomstandighedenwet (Arbowet)

De Arbowet regelt de verhoudingen tussen de werknemer en werkgever. Een dienstgang is een 'arbeidsplaats' als bedoeld in de Arbowet.

Definitie 'arbeidsplaats' volgens de Arbowet

Arbeidsplaats: iedere plaats die in verband met het verrichten van arbeid wordt of pleegt te worden gebruikt.

Volgens de Arbowet heeft de werkgever (volgens artikel 2 wordt ook een opdrachtgever wordt gezien als werkgever) een aantal verplichtingen jegens de werknemer met het oog op de veiligheid van de werknemer. Volgens artikel 3 moet de werkgever de arbeid zodanig organiseren dat daarvan geen nadelige invloed uitgaat op de veiligheid en de gezondheid van de werknemer. Ook geldt een aantal verplichtingen voor de werknemer zelf, zoals bijvoorbeeld het juist gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen. Bijlage 3 geeft een overzicht van de meest relevante voorschriften uit de Arbo, Arbobesluit en Arboregeling.

Als basis hanteert de Arbowet in artikel 3, eerste lid, onderdeel b, de zogenaamde 'Arbeidshygiënische strategie':

1. Risico's en gevaren bij de bron voorkomen of beperken.
2. Indien dat niet mogelijk is: andere doeltreffende maatregelen nemen waarbij maatregelen gericht op collectieve bescherming voorrang hebben boven individuele bescherming.
3. Als dat redelijkerwijs niet mogelijk is: ter beschikking stellen van doeltreffende en passende persoonlijke beschermingsmiddelen.

In het kader van onderdeel 1 (risico's en gevaren bij de bron voorkomen of beperken) speelt de veiligheid van de (elektrische) installaties in de dienstgang uiteraard een grote rol. De veiligheid hiervan wordt reeds geregeld via de Woningwet of het Bouwbesluit (voorschriften voor elektrische installaties) en de tunnelregelgeving (Warv/Rarv). Daarbij wordt opgemerkt dat niet elke elektrische tunnelinstallatie een in het Bouwbesluit 2012 bedoelde technische installatie hoeft te zijn, zoals bijvoorbeeld een verkeersgeleidingssysteem. In de tunnel zijn namelijk ook installaties aanwezig die onder de machinerichtlijn vallen en zijn geïmplementeerd via de Warenwet. In dat geval gaat het over andere elektrische installaties

dan de installaties die volgens het Bouwbesluit 2012 aan NEN 1010 moeten voldoen. In dat opzicht kunnen deze regelgeving en de Arboretgeving complementair aan elkaar worden beschouwd. In het Arboretluit (artikel 3 lid 1b) is bijvoorbeeld expliciet aangegeven dat een arbeidsplaats in een gebouw alleen mag worden gebruikt als deze voldoet aan het Bouwbesluit 2012.

Het Bouwbesluit 2012 geeft echter alleen de ondergrens. Het kan vanuit het oogpunt van arbeidsveiligheid nodig zijn om aanvullende eisen te stellen in een dienstgang, bijvoorbeeld omdat de veiligheid voor die ruimte niet middels een prestatie-eis van het Bouwbesluit 2012 geborgd is. Daarvan is sprake in het geval van een dienstgang: het Bouwbesluit 2012 geeft immers geen voorschriften voor de vluchtveiligheid van onderhoudsmedewerkers in een dienstgang.

Ervan uitgaande dat er sprake is van een niet voor personen bestemde vloer in een afgesloten ruimte, moet rekening worden gehouden met alle aspecten die bij dergelijke besloten ruimtes (confined spaces) een rol spelen. Het gaat dan niet alleen om elektrische veiligheid, maar ook om gevaarlijke gassen, temperaturen, wateroverlast, geluid en andere gezondheid en veiligheid van personen bedreigende situaties. Bedenk dat bij een wegtunnel een dienstgang ook benut kan worden voor ventilatie, al dan niet door ventilatiekanalen, en dat er sprake is van uitlaatgas dat al dan niet bedoeld door die kanalen en gangen kan stromen. Zoals in de inleiding is aangegeven, beperken we ons in het kader van de opdracht tot de veiligheid van onderhoudsmedewerkers in een dienstgang en blijven andere aspecten buiten beschouwing.

Bovendien wordt in artikel 3 onderdeel e en f van de Arboret specifiek aangegeven dat de werkgever verplicht is om doeltreffende maatregelen te nemen op het gebied van de eerste hulp bij ongevallen, de brandbestrijding en de evacuatie van werknemers en andere aanwezige personen en dat doeltreffende verbindingen moeten worden onderhouden met de desbetreffende externe hulpverleningsorganisaties.

Voor een dienstgang zijn uit de Arboret voorts de volgende aspecten relevant:

- > M.b.t. een 'risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E):
 - in een RI&E moet de werkgever vastleggen welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich meebrengt (artikel 5 lid 1)
 - plan van aanpak met maatregelen i.v.m. de risico's (artikel 5 lid 3)
 - aanpassing RI&E n.a.v. opgedane ervaring, wetenschappelijke bevindingen e.d. (artikel 5 lid 4)
 - de werknemer moet kennis kunnen nemen van de RI&E (artikel 5 lid 6).
- > De werknemer moet door de werkgever doeltreffend worden ingelicht over de te verrichten werkzaamheden en de daaraan verbonden risico's, alsmede over de maatregelen die erop gericht zijn deze risico's te voorkomen of te beperken (artikel 8 lid 1).
- > Verantwoordelijkheid van de werknemer: *'De werknemer is verplicht om in zijn doen en laten op de arbeidsplaats, overeenkomstig zijn opleiding en de door de werkgever gegeven instructies, naar vermogen zorg te dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de andere betrokken personen'* (artikel 11).
- > De RI&E (artikel 5) moet worden getoetst door een of meer deskundige personen (artikel 14).
- > Artikel 16 betreft een verwijzing naar een 'algemene maatregel van bestuur' (AMvB) waarin regels worden gesteld i.v.m. arbeidsomstandigheden van de werknemers. Deze

AMvB is het 'Arbeidsomstandighedenbesluit', waarop in de volgende paragraaf verder wordt ingegaan.

Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit)

Het Arbobesluit is gebaseerd op artikel 16 van de Arbowet. In het Arbobesluit is een aantal voorschriften uit de Arbowet nader uitgewerkt.

Voor een dienstgang zijn uit het Arbobesluit de volgende aspecten relevant:

- > Artikel 3.1. legt de relatie met het Bouwbesluit 2012 (arbeidsplaats mag alleen worden gebruikt indien wordt voldaan aan het Bouwbesluit). Daarbij wordt opgemerkt dat het Bouwbesluit geen op veiligheid van personen in die ruimte gerichte eisen stelt met betrekking tot een dienstgang.
- > Artikel 3.4 noemt diverse eisen aan de elektrische installaties⁹ die in de dienstgang aanwezig zijn. Uitgangspunt: de basis moet veilig zijn en doeltreffende maatregelen tegen brandgevaar, ontploffing e.d. moeten worden genomen. Dit is dus een complementair voorschrift ten opzichte van de Woningwet en tunnelwetgeving, specifiek met het oog op de veiligheid van onderhoudsmedewerkers.

Artikel 8.1 geeft voorschriften voor persoonlijke beschermingsmiddelen. Dat betreft een afwegingskader bij de keuze van persoonlijke beschermingsmiddelen:

Keuze persoonlijke beschermingsmiddelen

Alvorens een persoonlijk beschermingsmiddel te kiezen maakt de werkgever, in het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie, bedoeld in artikel 5 van de wet, een beoordeling van de uitrusting die hij voornemens is ter beschikking te stellen, teneinde na te gaan in hoeverre deze voldoet aan de in artikel 8.1, eerste, tweede en derde lid gestelde voorwaarden. Deze beoordeling omvat:

- a. een risico-inventarisatie en -evaluatie van de **gevaren die niet met andere middelen vermeden kunnen worden**;
- b. een omschrijving van de kenmerken die de persoonlijke beschermingsmiddelen moeten bezitten om de onder a vermelde gevaren te kunnen ondervangen, rekening houdend met eventuele gevaarsbronnen die de persoonlijke beschermingsmiddelen zelf kunnen vormen;
- c. een risico-inventarisatie en -evaluatie van de kenmerken van de betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen die beschikbaar zijn, vergeleken met de onder b bedoelde kenmerken.

Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn de laatste stap in de zogenaamde 'Arbeidshygiënische strategie' (artikel 3, eerste lid van de Arbowet). Persoonlijke beschermingsmiddelen worden dus alleen toegepast als er sprake is van gevaren die niet met andere middelen vermeden kunnen worden. Voordat de keuze voor persoonlijke beschermingsmiddelen wordt gemaakt, moet volgens artikel 8.1 een RI&E-analyse worden opgesteld met als doel om vast te stellen of deze middelen voldoende zijn om genoemde gevaren te kunnen ondervangen. Dit onderzoek, de hierin gestelde voorwaarden en maatregelen kunnen gebruikt worden als input voor een dergelijke RI&E-analyse.

Meer specifieke (technische) voorschriften uit het Arbobesluit zijn opgenomen in paragraaf 2.5.

⁹ Strikt genomen gaat het om elektrische installaties die geen bouwinstallatie zijn als bedoeld in het Bouwbesluit. Denk aan specifieke niet door het Bouwbesluit voorgeschreven tunnelmanagementsystemen, maar bijvoorbeeld niet aan elektrische apparaten die onder de machinerichtlijn vallen.

Arbidsomstandighedenregeling (Arboregeling)

Door het Arbobesluit wordt in diverse artikelen verwezen naar een 'Ministeriele Regeling'. Dat betreft de Arboregeling. Daarin zijn een aantal bepalingen uit het Arbobesluit nader uitgewerkt. Vanuit deze regeling is voor een dienstgang met name een aantal bepalingen uit hoofdstuk 8: 'veiligheids- en gezondheidssignalering' van belang. Meer specifieke (technische) voorschriften zijn opgenomen in paragraaf 2.5.

1.2 Raakvlakkenanalyse van de diverse regelgeving

Doelen en belangen in de onderscheiden regelgeving

De hiervoor geanalyseerde wetten, besluiten, en regelingen dienen elk hun eigen doel.

Bouwbesluit 2012

Krachtens de Woningwet gestelde voorschriften (zoals het Bouwbesluit 2012) zijn gericht op de veiligheid van het bouwwerk voor personen. Daarbij gaat het niet over de veiligheid van de voertuigen of de passagiers daarvan, voor zover deze zich in het voertuig bevinden. Het gaat dan om de veiligheid van personen in het geval deze zich, bijvoorbeeld bij een calamiteit, buiten het voertuig in de tunnel moeten begeven, om vervolgens naar een veilige plaats te kunnen vluchten. Het Bouwbesluit 2012 gaat echter ook niet over de veiligheid van personen in een gedeelte van een bouwwerk dat niet voor personen is bestemd. Als zich daar een al dan niet tijdelijke werkplek bevindt, is men aangewezen op de krachtens de Arbowet gestelde voorschriften.

Warvw en Rarvw

De Warvw en Rarvw richten zich op de veiligheid van het tunnelstelsel, specifiek gericht op tunnelgebruikers (concreet: veiligheid van het wegverkeer en de verkeersdeelnemers) en tunnelpersoneel / hulpverleners (dat zijn niet de incidentele onderhoudsmedewerkers). Vanuit de Warvw/Rarvw is de dienstgang alleen relevant voor zover deze een rol speelt bij een calamiteit of afhandeling daarvan (concreet: als daarin bijvoorbeeld vluchtenden vanuit de wegtunnelbuis kunnen komen). Een calamiteit in een dienstgang is dus geen scenario dat aan de voorschriften van het Bouwbesluit 2012 ten grondslag ligt en zodoende ook geen scenario dat bij het toepassen van een functionele eis van het Bouwbesluit 2012 in acht genomen moet worden. Dat geldt ook voor de Warvw of Rarvw, behalve wanneer de calamiteit in de dienstgang de veiligheid van het wegverkeer in gevaar brengt.

Arboregelgeving

De Arboregelgeving richt zich op de veiligheid en gezondheid van onderhoudsmedewerkers. Met de Arbovoorschriften wordt invulling gegeven aan de restrisico's die overblijven na toepassing van de krachtens de Woningwet en Warvw/Rarvw gegeven voorschriften, alsmede de Wabo, voor als er sprake is van een vergunningplichtige situatie.

Koppeling, complementair en overlappen

De afzonderlijke wetten en besluiten zijn in zekere zin complementair en vertonen een zekere overlap. Ze hebben ook alle drie betrekking en invloed op de wegtunnel als geheel en op de daarin aangebrachte (veiligheids)voorzieningen. Deze overlap geldt niet voor de gestelde belangen en doelen, maar wel voor de voorzieningen die getroffen moeten worden om aan de afzonderlijke wetten, besluiten -en regelingen te voldoen. Daarbij staat de Arboregelgeving tevens persoonlijke beschermingsmiddelen toe.

Tussen de diverse wetten/besluiten is er sprake van verschillende koppelingen:

- > Rarv/Warv: ingebruikname van de tunnel is niet toegestaan als niet aan de voorschriften van het Bouwbesluit 2012 wordt voldaan.
- > In de Wabo is geregeld dat het niet is toegestaan om een Wegtunnel te bouwen zonder en dus ook niet in afwijking van een omgevingsvergunning voor het bouwen. Zodoende kan en mag een tunnel ook niet gebruikt worden als deze in afwijking van vergunning is gebouwd.
- > In de Arboregelgeving staan diverse bepalingen waarin is aangegeven dat tenminste aan het Bouwbesluit 2012 moet worden voldaan. Dat biedt echter geen soelaas voor zaken die in het Bouwbesluit 2012 niet zijn geregeld, zoals de vluchtveiligheid uit een dienstgang, zijnde een technische ruimte.

Zoals aangegeven komt de dienstgang als zodanig niet voor in de tunnelwetgeving (Warvw, Rarvw) en geeft het Bouwbesluit 2012 geen voorschriften voor veilig vluchten vanuit dergelijke ruimten. Bovendien is de Arbo-regelgeving geen criterium waaraan wordt getoetst tijdens een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor het bouwen en ook geen criterium waaraan voldaan moet worden bij openstelling van een tunnel. Wanneer tijdens het ontwerp- en bouwproces echter geen rekening is gehouden met de Arbo-regelgeving, kan het voorkomen dat de dienstgang wel voldoet aan de bouw- en tunnelregelgeving, maar de dienstgang niet geschikt is om veilig in te werken. Consequentie hiervan kan zijn dat de dienstgang en wellicht ook de tunnel niet op de beoogde manier gebruikt mogen worden, of alleen met persoonlijke beschermingsmiddelen of na stilleggen van het verkeer.

1.3 Van toepassing zijnde (technische) voorschriften

Het Bouwbesluit 2012, het Arbobesluit en de Arboregeling bevatten diverse (technische) voorschriften die van toepassing zijn op een dienstgang en die technische of organisatorische consequenties kunnen hebben. Op de meest relevante technische voorschriften wordt hierna verder ingegaan. Het betreft voor wat betreft de brandveiligheid de volgende onderwerpen:

Uit het Bouwbesluit 2012:

- > Sterkte bij brand (afdeling 2.2.)
- > Beperking van ontwikkeling van brand en rook (afdeling 2.9)
- > (Verdere) beperking van uitbreiding van brand (afdeling 2.10/2.11).

Uit Arbo-regelgeving:

- > Algemene veiligheidsbepalingen
- > Veiligheidseisen voor (werken met) elektrische installaties
- > (Veilig gebruik van) vluchtwegen en nooduitgangen
- > Brandmelding en brandbestrijding
- > Noodverlichting
- > Veiligheids- en gezondheidssignalering.

1.4 Literatuur- en analogieverkenning

Naast een analyse van de wet- en regelgeving die geldt voor een dienstgang is gekeken hoe de veiligheid van onderhoudsmedewerkers van soortgelijke objecten is geregeld. Dat is

gebeurd in de vorm van een literatuur- en analogieverkenning. Eerst wordt ingegaan op de beschikbare relevante literatuur rondom dienstgangen. Vervolgens wordt op basis van literatuur een vergelijking gezocht met een tweetal analogieën: ondergrondse leidingstraten ('utility corridors') en de mijnbouw.

Literatuurverkenning

Met behulp van de zoekmachines Web of Science en Google Scholar is gezocht naar literatuur over dienstgangen (ook met de Engelse trefwoorden 'service corridor' en 'service gallery'). Er is vrijwel geen literatuur gevonden over dienstgangen in wegtunnels in het algemeen. Indien de dienstgang wordt besproken, wordt er gesproken over zijn aanwezigheid en eventuele locatie. De veiligheidsomstandigheden in deze gangen worden überhaupt niet benoemd. Ter illustratie: in de meest recente bundeling van papers van het International Symposium on Tunnel Safety and Security (Lönnermark & Ingason, 2016) wordt (de veiligheid rondom) de service corridor en service gallery niet behandeld.

Analogie: ondergrondse leidingstraten

Literatuurverkenning

In Nederland komt men ze sporadisch tegen, maar buiten Nederland, en met name in de Verenigde Staten, komen ze vaker voor: ondergrondse leidingstraten (utility corridors). Door deze ondergrondse leidingstraten lopen met name leidingen en kabels voor elektriciteit, water, gas, riolering en communicatie. Daarmee kennen de ondergrondse leidingstraten overeenkomsten met de dienstgangen in verkeerstunnels: beide zijn ondergronds, langgerekt, hebben weinig toegangsmogelijkheden en overeenkomstige leidingen en kabels.

In deze tunnels wordt met regelmaat onderhoudswerk uitgevoerd aan de diverse leidingen. Er zijn dan ook legio documenten te vinden die ingaan op de veiligheid van onderhoudswerknemers. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld het Utility Tunnel Safety Program van de Universiteit van Oregon.¹⁰ In dit document worden diverse eisen gesteld aan de veiligheid en verantwoordelijkheden van medewerkers, variërend van de toegangseisen tot het portofoonkanaal dat gehanteerd moet worden. Er wordt echter niet ingegaan op eisen aan de vluchtveiligheid, behalve door te benoemen dat medewerkers in geval van calamiteit de tunnel dienen te verlaten.

In het veiligheidsplan van de Riverside campus van de Universiteit van Californië¹¹ wordt als eis aan de vluchtweg gesteld dat er ten minste twee vluchtroutes moeten zijn voor elke groep werknemers. In het paper van Zhang et al. (2016) worden eisen gesteld aan de veiligheid van medewerkers en hulpdiensten bij brand. Zij stellen dat door de lengte van ondergrondse leidingstraten – soms tot vijf kilometer – brandcompartimentering noodzakelijk is. Ook stellen zij dat in de ondergrondse leidingstraat er om de 80 meter een ontvluchtingsmogelijkheid naar grondniveau dient te zijn: een onderbouw van de afstand van 80 meter wordt niet gegeven.

De International Telecommunication Union, een agentschap van de Verenigde Naties op het gebied van ICT, doet in een van haar handreikingen¹² de volgende aanbevelingen met betrekking tot de veiligheid in ondergrondse leidingstraten: de afstand tussen twee toegangspunten moet kleiner zijn dan 500 meter, waarbij overwogen kan worden om

¹⁰ https://safety.uoregon.edu/sites/safety1.uoregon.edu/files/utility_tunnel_safety_program_2015.pdf en <https://safety.uoregon.edu/confined-space-and-tunnel-safety-programs>.

¹¹ <https://ehs.ucr.edu/sites/g/files/rcwecm1061/files/2019-06/Utility%20Tunnel%20Safety-Program.PDF>.

¹² <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.11-198811-I/en>.

aanvullende nooduitgangen toe te voegen. Daarnaast benoemt zij in een andere handreiking¹³ de noodzaak tot de aanwezigheid van branddetectie en sprinklers in de tunnels, evenals de noodzaak tot brandcompartimentring als de landelijke bouwregelgeving dat voorschrijft.

Leidingstraten in Nederland

LSNed beheert het leidingentracé met een lengte van ca. 80 kilometer tussen de industriegebieden van Rotterdam en Antwerpen met aftakkingen naar Moerdijk en richting Vlissingen. Het betreft ruim 1400 kilometer aan leidingen en zo'n 5000 kilometer aan kabels voor transport van vloeistoffen, water, gassen en data. De eigenaren van de kabels en leidingen huren de plaats daarvoor in de leidingstraat. LSNed coördineert de veiligheid voor de onderhoudsmedewerkers.

Wij hebben op 25 september een overleg gehad met een aantal medewerkers van LSNed. Uit dat overleg bleek dat er voor wat betreft de veiligheid van onderhoudsmedewerkers diverse parallellen bestaan met een dienstgang voor een wegtunnel. Voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden in de Leidingstraat gelden voorschriften en veiligheidsinstructies die zijn vastgelegd in documenten met voorschriften¹⁴ en informatie.¹⁵ Hoofdstuk 8.2 van het document met informatie bevat specifieke gegevens over het veilig werken in leidingentunnels (protocollen en veiligheidsinstructies).

Hieronder volgt een samenvatting van de meest relevante punten:

- > In de leidingstraat wordt door allerlei verschillende partijen onderhoud uitgevoerd (de afzonderlijke eigenaren van de verschillende kabels / leidingen). Mede daarom heeft LSNed er voor gekozen om de verantwoordelijkheid van de veiligheid voor de personen in de leidingstraat zoveel mogelijk naar zich toe te trekken en te uniformeren in een veiligheidsmanagementsysteem en toezicht daarop.
- > De inrichting van een leidingstraat verschilt van een dienstgang in een wegtunnel. Zo zijn er in een leidingstraat veel minder ontstekingsbronnen zoals schakelkasten.
- > In de leidingstraat zijn zo min mogelijk installatiedelen aanwezig die een risico kunnen veroorzaken, zoals pompen, flensen etc. De aanwezige buizen zijn dikker uitgevoerd dan normaal en in verband met de veiligheid ook extra robuust aan elkaar gelast.
- > Wanneer er werkzaamheden door personen in een leidingstraat worden verricht, is er een 'veiligheidswacht / portier' ter plaatse die belast is met het bewaken, instrueren, waarschuwen en, in geval van nood, alarmeren van hulpdiensten en de wachtdienstmedewerker van LSNed. Deze veiligheidswacht / portier houdt tijdens de werkzaamheden contact met de persoon die werkzaamheden verricht.
- > Voor het betreden van de leidingstraat wordt in de bedieningsruimte het zuurstofgehalte afgelezen en wordt indien van toepassing de ventilatie ingeschakeld.
- > Voor elke keer dat onderhoud in de leidingstraat wordt verricht wordt specifieke toestemming gegeven met bijbehorend veiligheidsprotocol. Bovendien wordt voordat de leidingstraat wordt betreden een LMRA opgesteld (Laatste Minuut Risico Analyse).
- > Op de wanden van de leidingstraat is om de 50 meter de afstand en richting tot de beide toegangen aangegeven.
- > Om de 100 meter is een telefoon aanwezig.

¹³ <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.Sup29-201601-I>.

¹⁴ <https://lsned.nl/wp-content/uploads/2019/11/Voorschriften-2017.pdf>.

¹⁵ <https://lsned.nl/wp-content/uploads/2019/11/Informatie-2017.pdf>.

- > Afhankelijk van de werkzaamheden is er op vaste momenten contact tussen de veiligheidswacht en de personen in de tunnel.
- > Voor het veilig werken in besloten ruimten wordt verwezen naar de publicatie van Arbouw 'Werken in besloten ruimten'.¹⁶ Daarin zijn richtlijnen opgenomen voor veilig werken in besloten ruimten waar onderhoudsmedewerkers zich aan moeten houden. Mogelijk kunnen deze aspecten een rol spelen bij de verdere uitwerking en implementatie van het veilig vluchten vanuit de dienstgang in het veiligheidsbeleid van RWS.

Analogie: mijnbouw

Een tweede analogie in relatie tot dienstgangen van verkeerstunnels zijn mijnbouwschachten. Beide kenmerken zich door hun lengte onder de grond in combinatie met weinig toegangspunten. Uitgangspunt volgens de mijnregelgeving¹⁷ van de Health and Safety Executive¹⁸ is dat er bij mijnbouwschachten tenminste twee toegangswegen naar de schacht beschikbaar zijn. Wanneer er slechts één uitgang beschikbaar is, mag er alleen nog noodzakelijk personeel de mijn in voor onderhoud, onvoorziene werkzaamheden of om de veiligheid van de mijn of personeel te waarborgen. De noodzaak van twee vluchtwegen is internationaal veelvuldig terug te vinden, bijvoorbeeld in Australië¹⁹ en Nieuw-Zeeland.²⁰

Voor de lengte van de vluchtweg wordt in dezelfde regelgeving het uitgangspunt gehanteerd dat de vluchtafstand, en als gevolg daarvan de vluchttijd, niet langer mag zijn dan de maximale gebruiksduur van vluchtmaskers. Is dit wel het geval, dan dienen aanvullende maatregelen te worden genomen om de mijnschacht te kunnen verlaten, of dient van vluchtmasker gewisseld te kunnen worden.

1.5 Beoordeling van de dienstgang op hoofdlijnen aan wet- en regelgeving

Bouwbesluit 2012

Het Bouwbesluit 2012 geeft voorschriften voor nieuw te bouwen tunnels en voor bestaande tunnels. De eisen voor nieuw te bouwen tunnels zijn zwaarder dan voor bestaande tunnels. In paragraaf 2.3 is reeds aangegeven dat het Bouwbesluit 2012 geen eisen stelt betreffende het veilig vluchten van onderhoudsmedewerkers uit de dienstgang. In deze paragraaf wordt een aantal overige voorschriften besproken die relevant zijn voor de brandveiligheid in een dienstgang.

Brandwerendheid m.b.t. bezwijken (afdeling 2.2)

Voor nieuw te bouwen tunnels geldt dat de bouwconstructie een brandwerendheid m.b.t. bezwijken van ten minste 60 minuten moet hebben en 120 minuten in het geval de tunnel onder water ligt (art. 2.10 lid 8). Voor bestaande tunnels geldt een brandwerendheid m.b.t. bezwijken van resp. 30 en 60 minuten. Of hieraan wordt voldaan, is afhankelijk van de materialisering of dimensionering van de constructie en is ter beoordeling van de

¹⁶ Arbouw is inmiddels opgegaan in Vollandis, die een soortgelijke [publicatie](#) heeft uitgebracht.

¹⁷ <https://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/1149.pdf>.

¹⁸ De Health and Safety Executive is een Britse overheidsinstantie die verantwoordelijk is voor de aanmoediging, regulering en handhaving van de gezondheid, veiligheid en welzijn op de werkplek en voor onderzoek naar beroepsrisico's in Groot-Brittannië.

¹⁹ https://www.resourcesandgeoscience.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/419522/MDG-1020-1022-UG-emergency-escape-and-self-rescuers-and-determining-withdrawal-conditions.pdf.

²⁰ <http://www.legislation.govt.nz/regulation/public/2016/0017/latest/DLM6730699.html>.

constructeur. De brandwerendheid m.b.t. bezwijken is indirect ook van invloed op de veiligheid in een dienstgang. Gezien het te verwachten brandscenario (nader toegelicht in paragraaf 3.1 van dit rapport) is het risico op bezwijken van de bouwconstructie van de dienstgang echter geen maatgevend scenario. De sterkte bij brand van de tunnelbuis zelf en de daaraan verbonden vluchtroutes is maatgevend.

Beperking van het ontwikkelen van brand en rook (afdeling 2.9)

De mate van brandvoortplanting over een materiaal en de rookproductie hebben invloed op de vluchtveiligheid in een dienstgang. Daarom stelt het Bouwbesluit 2012 eisen aan de mate van brandvoortplanting (brandklasse) en rookproductie (rookdichtheid). Voor ruimten waardoor geen (extra) beschermde vloerroute voert zoals een dienstgang, gelden de eisen zoals weergegeven in tabel B2.1

Tabel B2.1 Brandklasse van nieuwbouw en bestaande bouw

Nieuwbouw (NEN-EN 13501-1)	Bestaande bouw (NEN 6065/6066/1775)
Brandklasse B (wand/plafond)	Geen eis
Brandklasse Cfl (bovenzijde vloer)	Brandvoortplantingsklasse T3
Rookklasse s2 (alle constructieonderdelen)	Rookproductie max. 10-1 (vloer)
B2ca (elektrische leidingen)	Geen eis

5 % van de totale oppervlakte van constructie-onderdelen is hiervan vrijgesteld. In het geval een dienstgang met bijv. een roostervloer in open verbinding staat met het onderliggende tunnelkanaal waardoor een vluchtroute voert, is het raadzaam om voor de materialisering de brand- en rookklassen te hanteren die gelden voor het middentunnelkanaal. In de praktijk voert door het middentunnelkanaal een beschermde vluchtroute (nieuwbouw, artikel 2.103 lid 1) of beschermde route (bestaande bouw, artikel 2.113 lid 1). Dit leidt voor de dienstgang in een wegtunnel echter niet tot zwaardere eisen (in andere gebouwen mogelijk wel, maar dat is voor dit onderzoek niet relevant).

Voor bestaande dienstgangen betekent dit in de praktijk dat er nauwelijks beperkingen gelden voor het materiaalgebruik van de constructie-onderdelen (vloer, plafond, kabels en leidingen). In dat geval worden alleen knelpunten verwacht bij toepassing van de zachtere houtsoorten en kunststoffen. Voor nieuw te bouwen tunnels ligt dat anders. Beton voldoet aan brandklasse B, maar bepaalde (zachtere) houtsoorten en kunststoffen niet. Bovendien moet bij de keuze van het type elektrische leidingen rekening gehouden worden met brandklasse B2ca, en daaraan voldoet niet ieder type kabel. Of aan de voorschriften wordt voldaan, zal in de praktijk moeten worden vastgesteld. RWS past in de tunnels reeds jaren kabels toe met beperkte brandvoortplanting (MBZH) .

(Verdere) beperking van branduitbreiding

Een wegtunnelbuis moet volgens het Bouwbesluit 2012 in een afzonderlijk brandcompartiment²¹ liggen. Voor brandcompartimenten in een wegtunnel gelden geen voorwaarden voor de maximale oppervlakte. In de praktijk zal een dienstruimte (al dan niet

²¹ Maximaal uitbreidingsgebied voor brand.

gecombineerd met het tunnelkanaal) in een afzonderlijk (sub) brandcompartiment liggen. Dit betekent dat tussen de wegtunnelbuis en de dienstgang een wdbbo-eis²² geldt (resp. 20 en 60 minuten voor nieuw te bouwen en bestaande tunnels). Dat betekent dat een brandwerende wand (met brandwerende en/of zelfsluitende deur) tussen de wegtunnelbuis en de dienstgang (c.q. het daaronder liggend middentunnelkanaal) aanwezig moet zijn. Deze wordt in de praktijk ook toegepast en moet bij bestaande tunnels dus ook in stand worden gehouden.

Voorziening voor elektriciteit

Een nieuw aan te brengen voorziening voor elektriciteit moet volgens artikel 6.8 van het Bouwbesluit 2012 voldoen aan NEN 1010 (lage spanning) en NEN-EN-IEC 61936-1 en NEN-EN 50522 (hoge spanning). Voor bestaande tunnels geldt voor hoge spanning V 1041. Of hieraan wordt voldaan is ter bepaling van de installateur.

Aansluiting op noodstroomvoorziening

De voor een evacuatie noodzakelijke voorzieningen, systemen en installaties in een wegtunnel die voor het functioneren zijn aangewezen op een voorziening voor elektriciteit, moeten zijn aangesloten op een voorziening die binnen 15 seconden na het uitvallen van de voorziening voor elektriciteit gedurende ten minste 60 minuten de werking van die voorzieningen, systemen en installaties zeker stelt (artikel 6.47). Deze eis is dus ook van toepassing op de delen van de elektrische installatie die door de dienstgang voeren. Of hieraan wordt voldaan, zal in de praktijk moeten worden vastgesteld.

Overige (relevante) technische eisen

Het Bouwbesluit 2012 stelt geen eisen voor de dienstgang m.b.t.:

- > Verlichting / noodverlichting
- > Brandmeld- en ontruimingsalarminstallatie
- > Vluchtroute-aanduiding
- > Brandslanghaspels / blusmiddelen.

Mogelijk zijn deze voorzieningen wel noodzakelijk om veilig in de dienstgang te kunnen werken. Voor een beoordeling daarvan wordt verwezen naar de volgende paragraaf (Arbowetgeving).

Arbowet

Volgens artikel 5 van de Arbowet moet de werkgever in een inventarisatie en evaluatie schriftelijk vastleggen welke risico's de arbeid voor de werknemers met zich meebrengt. Deze risico-inventarisatie en -evaluatie moeten tevens een beschrijving bevatten van de gevaren en de risicobeperkende maatregelen en de risico's voor bijzondere categorieën van werknemers. RWS heeft voor een aantal tunnels een RI&E-analyse ter beschikking gesteld. De in dit voorliggende onderzoek gestelde voorwaarden en maatregelen (zie hoofdstuk 3 en 4) kunnen gebruikt worden om de bestaande RI&E-analyses van de dienstgangen te actualiseren en eventueel om nieuwe op te stellen.

Arbobesluit

Algemeen

Een arbeidsplaats mag slechts worden gebruikt als wordt voldaan aan het Bouwbesluit 2012 (artikel 3.1). Met inachtneming van hetgeen is gesteld bij de toetsing aan het Bouwbesluit 2012 (zie voorgaande paragraaf), is naar ons oordeel op hoofdlijnen aannemelijk dat wordt

²² Weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag.

voldaan aan het Bouwbesluit 2012. Dat zal echter in de praktijk op locatie moeten worden gecontroleerd.

Arbeidsplaatsen moeten *veilig* toegankelijk zijn en veilig kunnen worden verlaten. Ze moeten zodanig worden ontworpen, gebouwd, uitgerust, in bedrijf gesteld, gebruikt en onderhouden, dat *'gevaar voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zoveel mogelijk is voorkomen. Voorts worden zij zindelijk, zoveel mogelijk vrij van stof en voor zover de veiligheid van de arbeidsplaats dat vereist, ordelijk gehouden'* (artikel 3.2). Met een RI&E-analyse dienen de mogelijke risico's in kaart gebracht te worden en op basis daarvan dienen de juiste maatregelen te worden genomen. Dit onderzoek, de gestelde voorwaarden en maatregelen bieden daarvoor de nodige input.

Elektrische installatie

- > Volgens artikel 3.4 van het Arbobesluit moet de elektrische installatie veilig zijn en moeten doeltreffende maatregelen tegen gevaar van brand, ontploffing e.d. worden genomen. Basisveiligheid wordt gerealiseerd door te voldoen aan artikel 6.8 van het Bouwbesluit 2012 (Elektrische installatie en bijbehorende normering). Doeltreffende maatregelen tegen gevaar van brand zijn elders in deze rapportage behandeld en volgen mogelijk uit een RI&E-analyse.
- > In artikel 3.5 van het Arbobesluit worden bovendien relevante eisen gesteld aan het werken met elektrische installaties zoals: deskundigheid, aanwezigheid van tenminste twee personen en de verplichting om de elektrische installatie spanningsloos te maken als daaraan wordt gewerkt.

Vluchtwegen en nooduitgangen

M.b.t vluchtwegen en nooduitgangen zijn in artikel 3.6 van het Arbobesluit de volgende algemene bepalingen gegeven:

- > Doeltreffende maatregelen moeten worden genomen teneinde het mogelijk te maken dat de werknemer, indien een toestand ontstaat waarin direct gevaar voor zijn veiligheid of gezondheid aanwezig is, zich snel via de kortst mogelijke weg in veiligheid kan stellen.
- > Het aantal, de plaats en de afmetingen van de daartoe beschikbare vluchtwegen en nooduitgangen zijn afhankelijk van het gebruik, de uitrusting en de afmetingen van de arbeidsplaatsen alsmede van het maximum aantal werknemers en andere personen dat zich op deze plaatsen kan ophouden.

Veilig gebruik van vluchtwegen en nooduitgangen

In artikel 3.7 van het Arbobesluit zijn de volgende specifieke bepalingen gegeven voor wat betreft het gebruik van vluchtwegen en nooduitgangen:

Artikel 3.7

1. Vluchtwegen en nooduitgangen zijn vrij van obstakels
2. Nooduitgangen kunnen te allen tijde worden geopend
3. Deuren van nooduitgangen en deuren op het traject van de vluchtwegen zijn op eenvoudige wijze van binnenuit naar buiten toe te openen.
4. Schuif- en draaideuren worden niet als nooduitgang gebruikt.
5. De vluchtwegen en nooduitgangen die bij het uitvallen van de verlichting slecht zichtbaar zijn, zijn voorzien van een adequate noodverlichting.

6. De vluchtwegen, de deuren en poorten op het traject van de vluchtwegen alsmede de nooduitgangen zijn gemarkeerd door signalen die voldoen aan het bij of krachtens afdeling 2 van hoofdstuk 8 bepaalde.

Of wordt voldaan aan onderdeel 1 t/m 4 zal uit het gebruik van de dienstgang moeten blijken. Met de aanwezigheid van verlichting, adequate noodverlichting en vluchtroute-aanduiding (ter plaatse van vluchtwegen en nooduitgangen) wordt tevens aan onderdeel 5 en 6 voldaan (dat zal moeten blijken uit het ontwerp).

Brandmelding en brandbestrijding

In artikel 3.8 van het Arbobesluit zijn de volgende specifieke bepalingen gegeven voor wat betreft brandmelding en brandbestrijding.

Artikel 3.8

1. In aanvulling op artikel 15 van de wet zijn op arbeidsplaatsen, afhankelijk van de aard van de arbeid die daar wordt verricht, de daaraan verbonden gevaren en het maximum aantal werknemers en andere personen dat zich daar bevindt, voldoende passende brandbestrijdingsmiddelen aanwezig.
2. Indien nodig zijn, in aanvulling op het eerste lid, branddetectoren en alarmsystemen aanwezig.
3. Niet-automatische brandbestrijdingsmiddelen zijn gemakkelijk bereikbaar en gemakkelijk te bedienen.
4. Niet-automatische brandbestrijdingsmiddelen zijn voorzien van een signalering die voldoet aan het bij of krachtens afdeling 2 van hoofdstuk 8 bepaalde. De signalering is duurzaam en op de juiste plaats aangebracht

Zowel branddetectoren als een alarmsysteem zijn aanwezig. Brandbestrijdingsmiddelen zijn niet aanwezig. Bij warme werkzaamheden gaat een brandwacht met brandbestrijdingsmiddelen mee. Deze zaken dienen tevens te worden meegenomen in de RI&E-analyse.

Artikel 3.9 Noodverlichting

Volgens artikel 3.9 van het Arbobesluit moeten arbeidsplaatsen waar werknemers bij het uitvallen van het kunstlicht aan bijzondere gevaren zijn blootgesteld, worden voorzien van adequate noodverlichting. Indien noodverlichting niet mogelijk is, moeten de onderhoudsmedewerkers over individuele verlichting beschikken. Met de aanwezigheid van noodverlichting wordt hieraan voldaan.

Artikel 8.4 Algemene vereisten betreffende veiligheids- en gezondheidssignalering

Artikel 8.4 van het Arbobesluit regelt de aanwezigheid van doeltreffende veiligheids- of gezondheidssignalering indien de gevaren op de arbeidsplaats of arbeidsmiddel daartoe aanleiding geven. Een en ander is specifiek uitgewerkt in artikel 8.1, 8.2, 8.3 en 8.6 van de Arbeidsomstandighedenregeling (de meest relevante artikelen):

Eisen aan veiligheids- en gezondheidssignalering

- 8.1 Veiligheids- of gezondheidssignalering als bedoeld in artikel 8.4 van het besluit voldoet aan het tweede lid en de artikelen 8.2 tot en met 8.29.

8.2	De signalering voor de lokalisatie en identificatie van brandbestrijdingsmateriaal geschiedt permanent door middel van borden of een veiligheidskleur.
8.3	De signalering van gevaarlijke gebeurtenissen, de oproep van personen voor een specifieke actie, alsmede de dringende evacuatie van personen geschiedt occasioneel, door middel van een lichtsignaal, een akoestisch signaal of een mondelinge mededeling
8.6	Signaleringen die een energiebron behoeven, zijn voorzien van een noodinstallatie voor het geval dat deze energiebron uitvalt, behalve indien het te signaleren gevaar ophoudt te bestaan bij het uitvallen van de energie.

Kortweg gaat het om lokalisering en signalering van brandbestrijdingsmateriaal (8.2), een voorziening voor alarmering voor personen in de dienstgang bij gevaar (8.3) en een noodinstallatie voor het geval deze uitvallen (8.4). Genoemde voorzieningen zijn in de dienstgang aanwezig. Dit geldt niet voor het brandbestrijdingsmateriaal. Deze zaken dienen te worden meegenomen in de RI&E-analyse.

Bijlage 3: Overzicht van eisen uit de Arbo-regelgeving

Arbodsomstandighedenwet

Een dienstgang is een arbeidsplaats waarop de Arbowet betrekking heeft.

Hieronder staan enkele relevante definities:

- > Arbeidsplaats: iedere plaats die in verband met het verrichten van arbeid wordt of pleegt te worden gebruikt.
- > Arbeidsmiddelen: alle op de arbeidsplaats gebruikte machines, installaties, apparaten en gereedschappen.
- > Arbeidsongeval: een aan een werknemer in verband met het verrichten van arbeid overkomen ongewilde, plotselinge gebeurtenis, die schade aan de gezondheid tot vrijwel onmiddellijk gevolg heeft gehad en heeft geleid tot ziekteverzuim, of de dood tot vrijwel onmiddellijk gevolg heeft gehad.

Tabel B3.1 Artikelen uit de Arbowet

Artikel	Strekking
2 lid a	Onder werkgever wordt ook verstaan 'degene die zonder werkgever of werknemer in de zin van het eerste lid te zijn, een ander onder zijn gezag arbeid doet verrichten'
3 lid 1	De werkgever zorgt voor de veiligheid en gezondheid van werknemers en voert daartoe een beleid dat gericht is op zo goed mogelijke omstandigheden: <ul style="list-style-type: none">> lid a: geen nadelige invloed op de veiligheid en gezondheid van de werknemer> lid b: volgorde (arbeidshygiënische strategie): gevaren bij de bron voorkomen, doeltreffende maatregelen gericht op individuele bescherming (collectief heeft de voorkeur), persoonlijke beschermingsmiddelen> lid d: maatregelen m.b.t. brandbestrijding en evacuatie van werknemers
5	RI&E risico's vastleggen + risicobeperkende maatregelen
8	Voorlichting werknemers over werkzaamheden + verbonden risico's
11	Eigen verantwoordelijkheid/verplichtingen werknemers
14	RI&E (artikel 5) moet getoetst worden door deskundig persoon
17	'Gelijkwaardigheid' / maatwerk

Arbeidsomstandighedenbesluit

Tabel B3.2 Artikelen uit het Arbeidsomstandighedenbesluit

Artikel	Strekking
2	Onderdeel a: definitie bouwplaats. Arbo-voorschriften gelden dus ook tijdens de bouw/aanleg van de dienstgang
4	Onderdeel b: definitie van persoonlijke beschermingsmiddelen Onderdeel c: definitie van V&G-signalering
2.26	Verplichtingen voor de arbeidsomstandigheden die gelden in de uitvoeringsfase (dus: meenemen in RI&E bouw)
2.28	V&G-plan tijdens de bouw / totstandkoming van de dienstgang
3.1	Een arbeidsplaats in een gebouw als bedoeld in artikel 1, eerste lid, van de Woningwet wordt slechts gebruikt indien het gebouw voldoet aan de bij of krachtens het Bouwbesluit 2012 gegeven voorschriften met betrekking tot de van toepassing zijnde gebruiksfunctie in de zin van dat besluit.
3.2	Arbeidsplaatsen zijn veilig toegankelijk en kunnen veilig worden verlaten. Ze worden zodanig ontworpen, gebouwd, uitgerust, in bedrijf gesteld, gebruikt en onderhouden, dat gevaar voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers zoveel mogelijk is voorkomen. Voorts worden zij zindelijk, zoveel mogelijk vrij van stof en voor zover de veiligheid van de arbeidsplaats dat vereist, ordelijk gehouden.
3.4	Eisen aan elektrische installaties waar een dienstgang vol mee zit. Uitgangspunt: de basis moet veilig zijn en doeltreffende maatregelen tegen gevaar van brand, ontploffing e.d. moeten worden genomen.
3.5	Belangrijke eisen voor het werken met elektrische installaties: > deskundigheid > minimaal twee personen aanwezig (dat gebeurt al) > spanningsloos maken als aan de installaties wordt gewerkt
3.6	Artikel 3.6. Vluchtwegen en nooduitgangen 1. Doeltreffende maatregelen zijn genomen teneinde het mogelijk te maken dat de werknemer, indien een toestand ontstaat waarin direct gevaar voor zijn veiligheid of gezondheid aanwezig is, zich snel via de kortst mogelijke weg in veiligheid kan stellen. 2. Het aantal, de plaats en de afmetingen van de daartoe beschikbare vluchtwegen en nooduitgangen zijn afhankelijk van het gebruik, de uitrusting en de afmetingen van de arbeidsplaatsen alsmede van het maximum aantal werknemers en andere personen dat zich op deze plaatsen kan ophouden.
3.7	Artikel 3.7. Veilig gebruik van vluchtwegen en nooduitgangen 1. Vluchtwegen en nooduitgangen zijn vrij van obstakels. 2. Nooduitgangen kunnen te allen tijde worden geopend. 3. Deuren van nooduitgangen en deuren op het traject van de vluchtwegen zijn op eenvoudige wijze van binnenuit naar buiten toe te openen. 4. Schuif- en draaideuren worden niet als nooduitgang gebruikt.

5. De vluchtwegen en nooduitgangen die bij het uitvallen van de verlichting slecht zichtbaar zijn, zijn voorzien van een adequate noodverlichting.
6. De vluchtwegen, de deuren en poorten op het traject van de vluchtwegen alsmede de nooduitgangen zijn gemarkeerd door signalen die voldoen aan het bij of krachtens afdeling 2 van hoofdstuk 8 bepaalde.

3.8

Artikel 3.8. Brandmelding en brandbestrijding

1. In aanvulling op artikel 15 van de wet zijn op arbeidsplaatsen, afhankelijk van de aard van de arbeid die daar wordt verricht, de daaraan verbonden gevaren en het maximum aantal werknemers en andere personen dat zich daar bevindt, voldoende passende brandbestrijdingsmiddelen aanwezig.
2. Indien nodig zijn, in aanvulling op het eerste lid, branddetectoren en alarmsystemen aanwezig.
3. Niet-automatische brandbestrijdingsmiddelen zijn gemakkelijk bereikbaar en gemakkelijk te bedienen.
4. Niet-automatische brandbestrijdingsmiddelen zijn voorzien van een signalering die voldoet aan het bij of krachtens afdeling 2 van hoofdstuk 8 bepaalde. De signalering is duurzaam en op de juiste plaats aangebracht

3.9

Artikel 3.9 Noodverlichting

Arbeidsplaatsen waar werknemers bij het uitvallen van het kunstlicht aan bijzondere gevaren zijn blootgesteld, zijn voorzien van adequate noodverlichting. Indien noodverlichting niet mogelijk is, beschikken de werknemers over individuele verlichting.

6.2

Artikel 6.2. Luchtverversing

Op de arbeidsplaats is voldoende niet verontreinigde lucht aanwezig. Het eerste lid is niet van toepassing op arbeidsplaatsen in een gebouw als bedoeld in artikel 1, eerste lid, van de Woningwet.

6.3

Artikel 6.3 Daglicht en kunstlicht

Arbeidsplaatsen en verbindingswegen zijn zodanig verlicht, dat het aanwezige licht geen risico oplevert voor de veiligheid en gezondheid van werknemers.

7.23

Artikel 7.23a. Specifieke bepalingen betreffende het gebruik van ladders en trappen

Ladders en trappen worden zodanig geplaatst dat bij gebruik hun stabiliteit altijd is gewaarborgd. In ieder geval worden hiertoe de volgende, zo nodig gecombineerde, maatregelen genomen:

8.1 lid 2

Persoonlijke beschermingsmiddelen

In alle gevallen moet een persoonlijk beschermingsmiddel:

- a. geschikt zijn voor de te vermijden gevaren, zonder zelf een vergroot gevaar in te houden;
- b. beantwoorden aan de bestaande omstandigheden op de arbeidsplaats;
- c. afgestemd zijn op de ergonomische eisen en de vereisten met betrekking tot de gezondheid van de werknemers;
- d. na de nodige aanpassingen geschikt zijn voor de drager.

8.2

Keuze voor persoonlijke beschermingsmiddelen

Alvorens een persoonlijk beschermingsmiddel te kiezen maakt de werkgever, in het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie, bedoeld in artikel 5 van de wet, een beoordeling van de uitrusting die hij voornemens is ter beschikking te stellen, teneinde na te gaan in hoeverre deze voldoet aan de in artikel 8.1, eerste, tweede en derde lid gestelde voorwaarden. Deze beoordeling omvat:

- a. een risico-inventarisatie en -evaluatie van de gevaren die niet met andere middelen vermeden kunnen worden;
- b. een omschrijving van de kenmerken die de persoonlijke beschermingsmiddelen moeten bezitten om de onder a vermelde gevaren te kunnen ondervangen, rekening houdend met eventuele gevaarsbronnen die de persoonlijke beschermingsmiddelen zelf kunnen vormen;
- c. een risico-inventarisatie en -evaluatie van de kenmerken van de betreffende persoonlijke beschermingsmiddelen die beschikbaar zijn, vergeleken met de onder b bedoelde kenmerken.

8.4

Artikel 8.4. Algemene vereisten veiligheids- en gezondheidssignalering

1. Ter voorkoming of beperking van gevaren voor de veiligheid en de gezondheid van werknemers zorgt de werkgever ervoor dat, indien de gevaren op de arbeidsplaats of de gevaren van een arbeidsmiddel daartoe aanleiding geven, doeltreffende veiligheids- of gezondheidssignalering aanwezig is.

Arbeidsomstandighedenregeling

Tabel B3.3 Artikelen uit de Arbeidsomstandighedenregeling

Artikel	Strekking
8.1	Veiligheids- of gezondheidssignalering als bedoeld in artikel 8.4 van het besluit voldoet aan het tweede lid en de artikelen 8.2 tot en met 8.29.
8.2	De signalering voor de lokalisatie en identificatie van brandbestrijdingsmateriaal geschiedt permanent door middel van borden of een veiligheidskleur.
8.3	De signalering van gevaarlijke gebeurtenissen, de oproep van personen voor een specifieke actie, alsmede de dringende evacuatie van personen geschiedt occasioneel, door middel van een lichtsignaal, een akoestisch signaal of een mondelinge mededeling
8.6	Signaleringen die een energiebron behoeven, zijn voorzien van een noodinstallatie voor het geval dat deze energiebron uitvalt, behalve indien het te signaleren gevaar ophoudt te bestaan bij het uitvallen van de energie.

Bijlage 4: Scenario 'brand'

In deze bijlage wordt het scenario brand in een dienstgang geanalyseerd. Als eerste worden er enkele branden beschreven die de afgelopen jaren in dienstgangen of overige technische ruimten van verkeerstunnels hebben plaatsgevonden. Daarna wordt ingegaan op de kans op brand en tot slot op de mogelijke brandomvang op basis van verschillende scenario's.

Branden in dienstgangen en technische ruimten

Om een indicatie te krijgen van de kans op brand in een dienstgang is er een inventarisatie gedaan van brandincidenten die hebben plaatsgevonden in dienstgangen en technische ruimten van tunnels. Er is ook gekeken naar de technische ruimten, omdat een dienstgang in feite een lange technische ruimte is. Er zijn vier branden gevonden.

Brand in de Westerscheldetunnel

Op 2 september 2018 heeft er een brand plaatsgevonden in een technische ruimte van de Westerscheldetunnel. De brandoorzaak was het warmlopen van een machine waardoor isolatiemateriaal is gaan smelten. Er was sprake van een beperkte brandomvang. De brand heeft ertoe geleid dat de Westerscheldetunnel en de Sluiskiltunnel korte tijd moesten worden afgesloten.

Brand in de IJtunnel

Op 11 augustus 2018 heeft er brand gewoed in de technische ruimte van de noodstroomvoorziening van de IJtunnel / Piet Heintunnel. Er heeft een regelkast in brand gestaan. De brandoorzaak is niet bekend. De brand heeft geleid tot een tijdelijke sluiting van de tunnel in beide richtingen.

Brand in de Schipholtunnel (weg)

Op 27 maart 2017 heeft er brand gewoed in een dienstgang van de Schipholtunnel. Er is een kast ten behoeve van de tunnelverlichting uitgebrand. De brandoorzaak is niet bekend. De brand heeft het erboven gelegen kabelbed aangetast, wat heeft geleid tot uitval van diverse systemen. De brand is beperkt gebleven tot de directe omgeving van de kast. De brand heeft geleid tot sluiting van twee tunnelbuizen tot 31 maart 2017.

Brand in de Schipholtunnel (spoor)

Op 11 juli 2001 is er brand geweest in een schakelruimte (technische ruimte). De brand is ontstaan als gevolg van werkzaamheden. De brand is onderzocht door de toenmalige Raad voor Transportveiligheid. Er is pas met de bluswerkzaamheden aangevangen nadat formeel bevestigd was dat de leidingen spanningsloos waren. Dit heeft ruim 1,5 uur geduurd. Een van de aanbevelingen van de raad aan de betrokken bedrijven was om hun organisaties zodanig aan te passen dat de brandweer in voorkomende gevallen direct van alle benodigde informatie kan worden voorzien.

Kans op brand

Er is geen informatie gevonden over de kans op het ontstaan van een brand in een dienstgang. Er zijn in Nederland 64 verkeerstunnels langer dan 250 meter (COB 2019). Bij deze verkeerstunnels zijn technische ruimten aanwezig. Er zijn honderden kasten ten behoeve van de installaties in de tunnels. Door Rijkswaterstaat wordt de methode van Kinney en Wiruth uit 1976 (meer algemeen bekend als Fine & Kinney) gehanteerd voor de risico-inventarisatie. Als deze methodiek wordt toegepast, wordt de kans op brand op basis van de gevonden branden in de technische ruimte van verkeerstunnels ingeschat als 'ongewoon, maar mogelijk'. De kans dat een brand ontstaat terwijl er onderhoudspersoneel aanwezig is, wordt het grootste geacht tijdens het betreden van de technische ruimte na een storingsmelding, tijdens werkzaamheden aan de installatieonderdelen of kort na afronding van deze werkzaamheden.

Brandoorzaak

Twee van de branden die hebben plaatsgevonden in de technische ruimten / dienstgang zijn ontstaan in één van de installatieonderdelen. Eén brand is ontstaan in een installatieonderdeel tijdens de uitvoering van werkzaamheden en één brand is ontstaan als gevolg van warmteontwikkeling door draaiende delen van een machine.

Brand kan in de technische installatie ontstaan als gevolg van een overgangsweerstand, een technisch defect of werkzaamheden waarbij warmteontwikkeling ontstaat. Brand kan ook ontstaan tijdens 'warme' werkzaamheden in de dienstgang. Volgens RWS en de onderhoudsbedrijven waarmee gesproken is, komt dit niet tot nauwelijks voor en als dergelijke werkzaamheden toch worden uitgevoerd, worden er aanvullende maatregelen getroffen.

Brandomvang

Om een inschatting te kunnen maken van de te verwachten brandomvang is een analyse uitgevoerd van de locaties waar een brand in de dienstgang zou kunnen ontstaan. Op basis van deze analyse is vastgesteld dat het maatgevende scenario een brand is in aaneengesloten kunststof kasten. Hieronder zijn de brandscenario's weergegeven.

Brand in een afgesloten metalen kast / installatieonderdeel



Figuur B4.1 Voorbeeld van aaneengesloten metalen kasten ten behoeve van de tunnelinstallaties

De kasten zijn van metaal en dragen niet bij aan de brandontwikkeling. De omvang en de inhoud van de kasten varieert. Hoe meer brandbare materialen er in de kast aanwezig zijn, hoe groter het brandvermogen is dat zich kan ontwikkelen. Doordat de kasten zijn afgesloten, is wordt de hoeveelheid zuurstof beperkt. Dat is van positieve invloed op het brandvermogen dat zich kan ontwikkelen. Dit leidt samen met kunststof als brandstof echter wel tot een grotere rookontwikkeling dan een brand die over voldoende zuurstof beschikt. Als er een ventilator in de kast geplaatst is om apparatuur te koelen, kan deze voor een versnelling van de brandontwikkeling zorgen tot het moment hij uitvalt.

Mogelijke branduitbreiding

- > Mogelijke branduitbreiding via de ventilatie- of kabeltoevoeropeningen. Brandend al dan niet gesmolten materiaal kan via openingen in de kast op het onderliggende kabelbed vallen. De kabels in het kabelbed zijn brandvertragend en leveren een beperkte bijdrage aan de branduitbreiding. Als het kabelbed boven de kast is gepositioneerd, kan dit door de hitte of direct vlamcontact tot ontbranding worden gebracht.
- > Door geleiding kan er branduitbreiding plaatsvinden naar aaneengeschakelde kasten.

De brand zal beperkt blijven tot de directe omgeving de kasten. Het is niet te verwachten dat er brandoverslag plaatsvindt naar tegenovergelegen kasten.

Branduitbreidingsnelheid: laag

Rookproductie: hoog

Brand in een geopende metalen kast / installatieonderdeel

De brand ontstaat in een metalen kast met geopende deuren. De deuren staan open om bijvoorbeeld temperatuursopbouw te voorkomen²³ of om werkzaamheden te kunnen verrichten aan installatieonderdelen in de kast. Tijdens de reguliere werkzaamheden hebben de onderhoudsmedewerkers geen blusmiddelen bij zich. De brand kan daarom niet worden geblust. Als de medewerker de kastdeur nog kan sluiten, is sprake van het scenario brand in gesloten kast. Als dit niet het geval is, heeft de brand voldoende zuurstof om zich te kunnen ontwikkelen. De inhoud van de kast raakt betrokken bij de brand.

Branduitbreidingsnelheid: > laag

Rookproductie: hoog

Mogelijke branduitbreiding

- > Brandend al dan niet gesmolten materiaal kan via openingen in de kast op het onderliggende kabelbed vallen. Als het kabelbed boven de kast is gepositioneerd, kan dit door de hitte of direct vlamcontact tot ontbranding worden gebracht. De kabels in het kabelbed zijn brandvertragend en zullen nauwelijks bijdragen aan de branduitbreiding. Het open staan van de deur vergroot de kans op het optreden van dit effect.
- > Door geleiding kan er branduitbreiding plaatsvinden naar aaneengeschakelde kasten.
- > Door straling kan mogelijk brandoverslag plaatsvinden naar tegenovergelegen kasten. De kans hierop wordt ingeschat als laag. Via vlamcontact kan er mogelijk branduitbreiding plaatsvinden naar bijvoorbeeld verlichtingsarmaturen aan het plafond.

²³ Deze situatie was van toepassing tijdens één van de bezoeken aan een dienstgang.

Brand in een kunststof kast / installatieonderdeel



Figuur B4.2 Voorbeeld van kunststof kasten / afdekplaten ten behoeve van de tunnelinstallaties

De brand ontstaat in kast of installatieonderdeel waarvan de buitenzijde is uitgevoerd met brandbaar materiaal zoals kunststof. Naast de brandbare componenten in de kast of het onderdeel is ook de buitenzijde brandbaar. De inhoud van de kast varieert. Hoe meer brandbare materialen er in de kast aanwezig zijn, hoe groter het brandvermogen is dat zich kan ontwikkelen. Door het wegbranden of smelten van de kunststof aan de buitenzijde in combinatie met de reeds aanwezige openingen heeft de brand voldoende zuurstof om zich te kunnen ontwikkelen. Als er brandvertragend kunststof is toegepast, kan dit een positieve bijdrage leveren aan het beperken van het brandvermogen. Het verbranden van de kunststof van de kast zal leiden tot extra rookontwikkeling.

Branduitbreidingsnelheid: normaal (afhankelijk van de soort kunststof die is toegepast)

Rookproductie: hoog

Mogelijke branduitbreiding

- > Brandend al dan niet gesmolten materiaal kan op het onderliggende kabelbed vallen. Als het kabelbed boven de kast is gepositioneerd, kan dit door de hitte of direct vlamcontact tot ontbranding worden gebracht. Het brandbaar zijn van de buitenzijde van de kast / het installatieonderdeel vergroot de kans op het optreden van dit effect.
- > Door straling kan mogelijk brandoverslag plaatsvinden naar naastgelegen of tegenovergelegen kasten. Via vlamcontact kan er mogelijk branduitbreiding plaatsvinden naar bijvoorbeeld verlichtingsarmaturen aan het plafond. Hoe dichter de kasten bij elkaar hangen, hoe groter de kans is dat er brandoverslag plaatsvindt.

Brand in een kabelgoot



Figuur B4.3 Voorbeeld van kabelgoten met kabelbed in een dienstgang

De toegepaste kabels zijn moeilijk brandbaar en zelfdovend uitgevoerd (IEC-332-1). Dit zorgt voor een zeer beperkte branduitbreidingssnelheid. Het feit dat het grootste deel van het kabelbed horizontaal geplaatst is, draagt daaraan bij. De kans dat een brand zich uitbreidt naar bovengelegen installatieonderdelen is laag. Een brand in het kabelbed kan zich mogelijk via brandbare kabels in verticale richting verplaatsen naar de kasten toe.

Branduitbreidingssnelheid: laag
Rookproductie: beperkt

Brand in een verlichtingsarmatuur

Brandend materiaal kan naar beneden vallen. Afhankelijk van de locatie van de verlichtingsapparatuur ten opzichte van brandbare materialen kan dit voor branduitbreiding zorgen.

Branduitbreidingssnelheid: laag
Rookproductie: laag

Brand in een aangrenzende ruimte

Bij een brand in een aangrenzende ruimte zullen rookverspreiding en mogelijk ook branduitbreiding plaats kunnen vinden naar de dienstgang. Het brandvermogen en de rookproductie van de brand kunnen hoger zijn dan bij een brand in de dienstgang zelf.

Brand buiten de dienstgang

Bij een brand in een wegtunnel kunnen weggebruikers vluchten via de vluchtgang. Als deze in verbinding staat met de dienstgang kan dit, bij het ontbreken van een overdrukinstallatie, zorgen voor rookverspreiding naar de dienstgang. De kans dat dit plaatsvindt op het moment dat er onderhoudspersoneel in de dienstgang aanwezig is, wordt ingeschat op laag.

Er kan een brand zijn in de nabijheid van de ventilatieopeningen van de dienstgang. Dit kan ervoor zorgen dat er rookverspreiding plaatsvindt naar de dienstgang. De kans dat dit plaatsvindt op het moment dat er onderhoudspersoneel in de dienstgang aanwezig is, wordt ingeschat op laag.

Brand in een dienstgebouw

Bij een brand in een dienstgebouw is de dienstgang brandwerend afgeschermd. De dienstgang is een apart brandcompartiment ten opzichte van het dienstgebouw.

Rookontwikkeling in de dienstgang

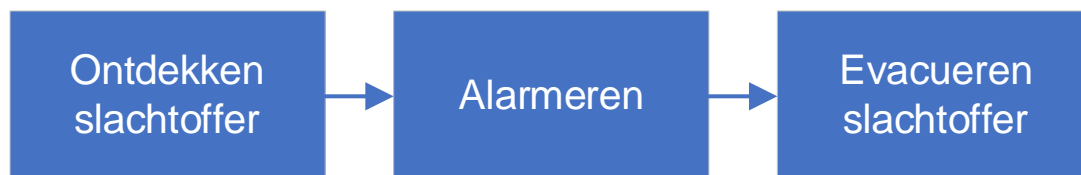
Een reëel scenario is rookontwikkeling zonder dat er sprake is van een brand. Als gevolg van bijvoorbeeld een overgangsweerstand ontstaat er warmte, met rookontwikkeling tot gevolg. Dit kan plaatsvinden in het kabelbed of in één van de kasten met installatieonderdelen. Er ontstaan geen vlammen. De rook stijgt op; het plafond en de wanden koelen de rook af als gevolg van warmteoverdracht. De rook heeft een relatief lage temperatuur. De rook zal blijven hangen rondom het ontstaansgebied, tenzij er ventilatie in de dienstgang aanwezig is. In dat geval zal de rook zich met de stroming van de lucht mee verplaatsen. Hierdoor mengt de rook op en koelt deze nog meer af.

Bijlage 5: Gebeurtenissen in de incidentscenario's

In deze bijlage worden nader ingegaan op de gebeurtenissen van de gekozen incidentscenario's. Deze gebeurtenissen moeten zo veilig en efficiënt plaatsvinden om, voor zover dat mogelijk is, de veiligheid van personen in de dienstgang te kunnen borgen.

Scenario 'slachtoffer in dienstgang'

Bij het scenario 'slachtoffer in de dienstgang' zijn er drie gebeurtenissen te onderscheiden die van directe invloed zijn op de veiligheid c.q. gezondheid van het slachtoffer in de dienstgang. Deze zijn weergegeven in figuur B5.1.



Figuur B5.1: Gebeurtenissen in het scenario slachtoffer in dienstgang

Hieronder worden de gebeurtenissen uit dit scenario nader beschreven.

Ontdekken en alarmeren

Als er sprake is van een slachtoffer in de dienstgang als gevolg van bijvoorbeeld letsel of onwel-wording, vindt er een alarmering plaats. Alarmering kan door het slachtoffer zelf plaatsvinden (bijvoorbeeld bij beperkt letsel) of door een collega die zich in de nabijheid van het slachtoffer bevindt of die het slachtoffer in de dienstgang aantreft na vermissing.

De mate waarin het slachtoffer letsel heeft, mobiel is of bij bewustzijn is, is van directe invloed op de hulp die het slachtoffer nodig heeft en op de vraag of er direct een externe alarmering plaatsvindt of alleen een interne alarmering.

Intern alarmeren

- > Collega in of nabij dienstgang wordt gealarmeerd.
- > WVL / servicebureau²⁴ wordt gealarmeerd.

Het slachtoffer of een persoon die nabij het slachtoffer is, neemt contact op met een collega in of nabij de dienstgang of de WVL / het servicebureau, omdat het slachtoffer hulp nodig heeft. Het letsel is niet zodanig dat het slachtoffer direct medische hulp nodig heeft en er is in principe geen inzet van de hulpdiensten nodig om de dienstgang te kunnen verlaten. Als de gealarmeerde personen constateren dat er wel een inzet van de hulpdiensten noodzakelijk is, kan alsnog externe alarmering plaatsvinden.

²⁴ Met servicebureau wordt de organisatie bedoeld die de onderhoudsmedewerkers aanstuurt. Dit kan per dienstgang verschillen.

Extern alarmeren

- > Vanuit de locatie van de dienstgang worden de hulpdiensten geïnformeerd.
- > Vanuit de WV of het servicebureau worden de hulpdiensten geïnformeerd.

Het slachtoffer of een persoon die nabij het slachtoffer is of het slachtoffer heeft ontdekt, neemt contact op met de hulpdiensten. Deze alarmering kan ook via de WV of het servicebureau plaatsvinden. Of het letsel is zodanig dat er direct medische hulp noodzakelijk is, of de inzet van de hulpdiensten is noodzakelijk om de dienstgang te kunnen verlaten.

Evacueren slachtoffer

Hulpverlening door een collega of de bhv-organisatie

Er kan ook hulp verleend worden door personen die in de dienstgang aanwezig zijn of naar de dienstgang zijn gekomen na de alarmering, zoals een bhv'er.

Hulpverlening hulpdiensten

De hulpdiensten komen ter plaatse en treden op.

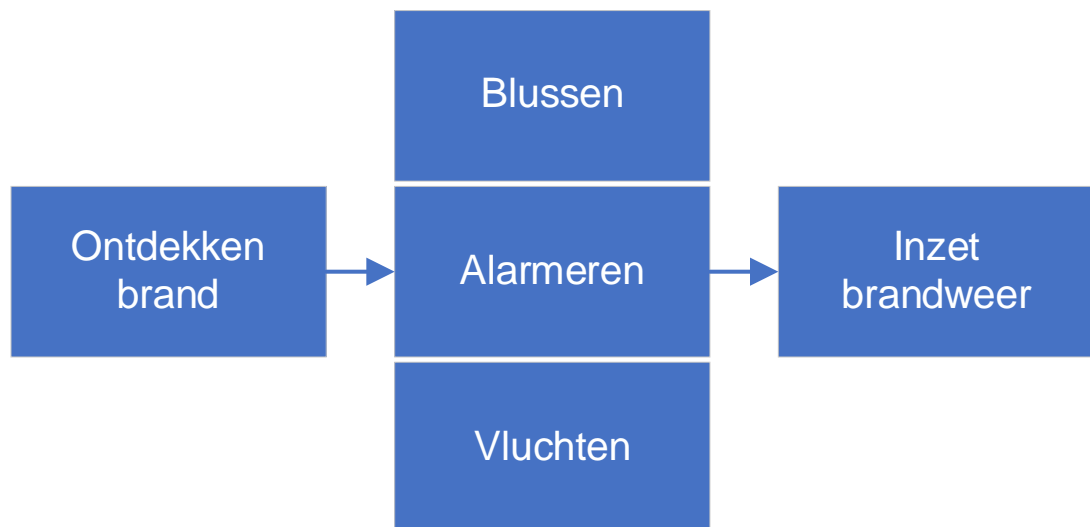
De tijd nodig om het slachtoffer te bereiken is mede afhankelijk van de lengte van de dienstgang en bereikbaarheid daarvan voor de hulpdiensten. Er zijn net als bij andere locaties waar gewerkt wordt scenario's denkbaar waarbij de (medische)hulp niet op tijd is. In het onderstaande kader is een voorbeeld van een dergelijk scenario omschreven.

Voorbeeld hartstilstand

Een persoon kan letsel oplopen als gevolg van werkzaamheden in de dienstgang, maar ook als gevolg van zijn gezondheidstoestand. Bij een hartstilstand is binnen 4 tot 6 minuten hulp noodzakelijk. De overlevingskans wordt vergroot als er een AED wordt ingezet. Deze dient dan wel direct of kort na aanvang van de reanimatie beschikbaar te zijn. Als solitair gewerkt wordt in de dienstgang, is de kans op ontdekken en het verlenen van hulp binnen vier tot zes minuten niet realistisch. Als er wel een collega aanwezig is, kan deze alarm slaan en, indien daartoe opgeleid, de reanimatie starten. Het ophalen van een AED zal op de meeste locaties in de dienstgang niet mogelijk zijn, omdat het dan te lang duurt voordat er met de reanimatie wordt gestart. Uiteraard is dit wel mogelijk als er meer personen aanwezig zijn. Iemand reanimeren is vermoeiend en kan leiden tot uitputting. De kwaliteit van de reanimatie neemt af naar mate de persoon die de reanimatie uitvoert uitgeput raakt.

Scenario 'brand in dienstgang'

Bij het scenario 'brand in de dienstgang' zijn er vijf gebeurtenissen te onderscheiden die van directe invloed zijn op de veiligheid van personen in de dienstgang. Deze zijn weergegeven in figuur B5.2 op de volgende pagina.



Figuur B5.2 Gebeurtenissen in het scenario brand in dienstgang

De gebeurtenissen blussen, alarmeren en vluchten zijn naast elkaar weergegeven. De volgorde waarin deze gebeurtenissen plaatsvinden, kan namelijk verschillen en daarnaast hoeft een bepaalde gebeurtenis, bijvoorbeeld het uitvoeren van een bluspoging niet altijd plaats te vinden. In de onderstaande paragrafen worden de gebeurtenissen uit dit scenario nader beschreven.

Ontdekken van de brand

Uitgangspunt is dat een brand wordt ontdekt door personen in de dienstgang of door de brandmeldinstallatie.

De brand wordt ontdekt door:

- > Personen in de dienstgang aanwezig tijdens het ontstaan van brand. Zij
 - zijn aanwezig bij de locatie waar de brand ontstaat
 - ontdekken de brand na het waarnemen van brandkenmerken zoals geur of rook
 - ontdekken de brand na onderzoek naar de reden voor een automatisch brandalarm.
- > Personen niet de dienstgang aanwezig tijdens ontstaan van brand. Zij
 - ontdekken de brand na betreden van de dienstgang vanwege een storingsmelding
 - ontdekken de brand na onderzoek naar de reden van een automatisch brandalarm.
- > Een technische verificatie van de brandmelding.

Wijze van ontdekking:

- > Waarnemen van rook- en vuurverschijnselen door personen: door de specifieke vormgeving van een dienstgang (smal met een relatief laag plafond) komen personen snel met de verbrandingsproducten (rook) aan het plafond in contact. Door de toxiciteit van de verbrandingsproducten kan dit tot een bedreigende situatie leiden. Hoe langer personen in de directe omgeving van de brand verblijven, hoe groter de kans is dat zij blootgesteld worden aan de zichtbare en niet zichtbare verbrandingsproducten.
- > Via technische verificatie van een automatische brandmelding als omschreven in het protocol automatische branddoormelding via PAC naar RAC (VEBON-NOVB 2016), waarbij:
 - er twee meldergruppen in alarm komen
 - er twee melders in alarm komen
 - er sprake is van twee verschillende detectiemethoden.

Alarmeren na het ontdekken van de brand

Na het ontdekken van de brand wordt er intern en extern alarm geslagen.

Intern alarmeren

- > Personen in de dienstgang
Afhankelijk van de aanwezige voorzieningen vindt dit plaats via de ontruimingsalarminstallatie, het alarmeringssysteem, een personen-zoek-installatie (PZI) of via (mobile) communicatiemiddelen.
- > Wegverkeersleider (WVL) / servicebureau
De wegverkeersleiders worden telefonisch geïnformeerd over de brand in de dienstgang.

Extern alarmeren

- > Vanuit de locatie van de dienstgang worden de hulpdiensten geïnformeerd.
- > Vanuit de WVL of het servicebureau worden de hulpdiensten geïnformeerd.

Uitvoeren van een bluspoging

Na het ontdekken van de brand kan er indien mogelijk met een draagbaar blusmiddel een bluspoging worden uitgevoerd. Het resultaat van deze actie kan bepalend zijn voor de benodigde vervolgactie.

Vluchten

De aanwezige personen vluchten weg van de locatie waar de brand zich bevindt, al dan niet na het uitvoeren van een bluspoging, en nemen indien mogelijk de kortste route naar een (nood)uitgang van de dienstgang.

Inzet van hulpdiensten

De hulpdiensten komen ter plaatse en treden op.

Een dienstgang zorgt bij een brand, onder andere door de lengte, beperkte hoogte, breedte en toegankelijkheid, voor extra risico's voor de brandweer. Net als bij andere locaties waar sprake is van extra risico's, zijn deze van invloed op de mogelijkheid om een veilige offensieve inzet uit te kunnen voeren. Als er sprake is van een onvoldoende veilige situatie om op te kunnen treden in de dienstgang, zal gekozen worden voor een defensieve inzet. In het onderstaande kader is een voorbeeld van een dergelijk scenario omschreven.

Voorbeeld brand in dienstgang

Er is een brand in de dienstgang. Het is niet duidelijk of de 10 KV transportleiding bij de brand betrokken is. Door de beperkte breedte van het looppad en de kabelgoten aan beide zijden van het looppad kan niet de benodigde veiligheidsafstand tot de 10 KV-kabel worden gehanteerd. Dit betekent dat de brandweer tot het moment dat de 10KV-kabel is afgeschakeld in principe niet naar binnengaat en een 'uitbrandscenario' wordt gehanteerd waarbij de kasten uitbranden.

Bijlage 6: Schema's met doelen, voorwaarden en maatregelen

In deze bijlage staan de schema's die zijn opgesteld voor de doelen uit de incident-scenario's. Onder elk schema worden de voorwaarden die in het schema staan toegelicht.

Algemene voorwaarde

Personen zijn zich bewust van de extra risico's die het werken in een dienstgang met zich meebrengt.

Het is van belang dat aanwezige onderhoudsmedewerkers zich bewust zijn van de gevaren die werken in een dienstgang met zich mee kan brengen. De beperkte hoogte en breedte van de dienstgang zorgen er bij brand voor dat de kans op blootstelling aan rook groter is dan in 'normale ruimten', mede omdat er meer ruimte is om rook te bufferen voordat deze zich op ademhoogte bevindt. Als er sprake is van een persoon met letsel in een dienstgang kan het daarnaast langer duren voordat hulp aanwezig is of een succesvolle evacuatie is uitgevoerd.

Scenario slachtoffer in dienstgang

Beschrijving van het incidentscenario:

Er is een slachtoffer in de dienstgang dat medische hulp of assistentie nodig heeft om de dienstgang te kunnen verlaten.

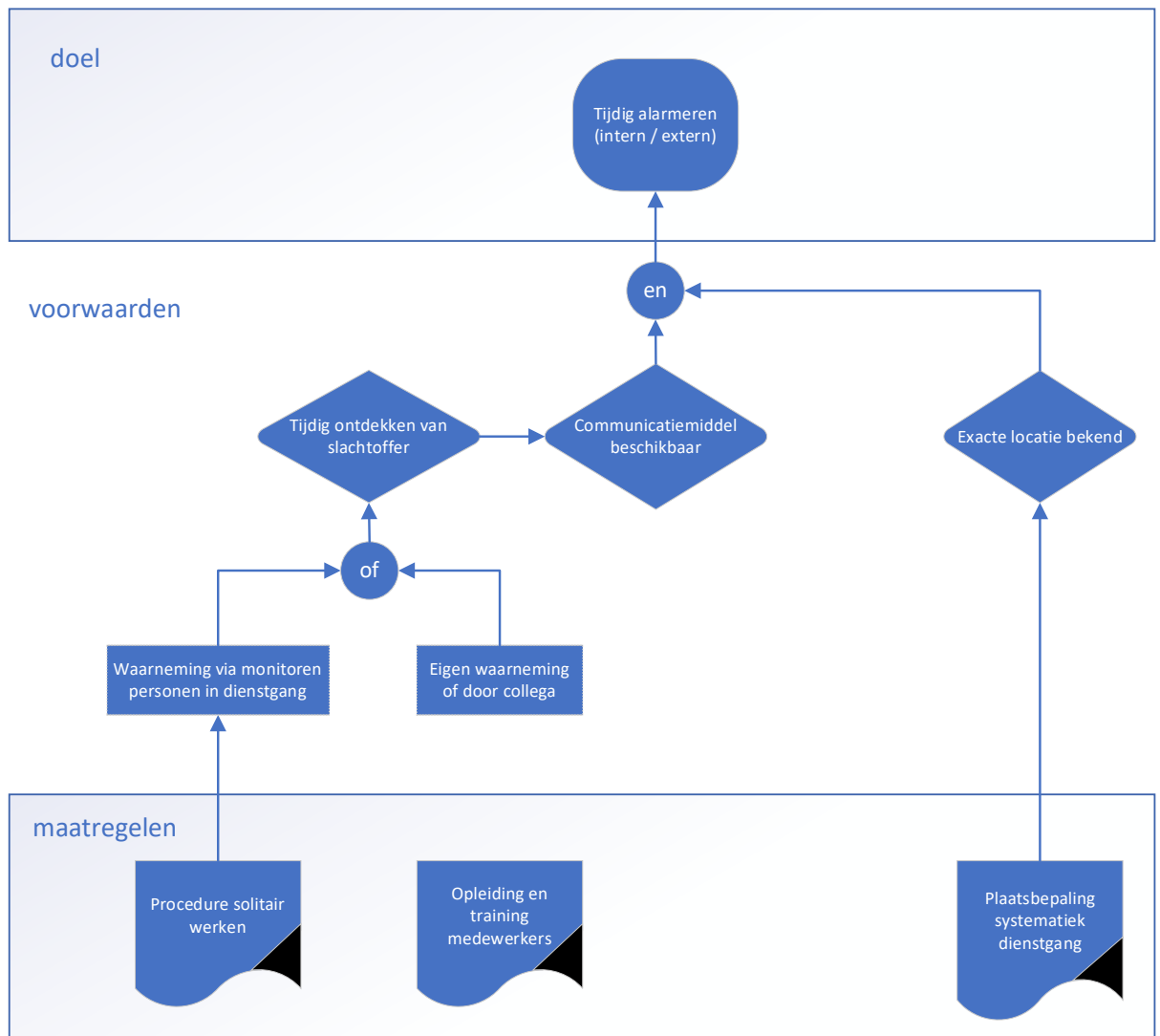
Bij het scenario 'slachtoffer in de dienstgang' zijn er drie doelen vastgesteld:

- > tijdig ontdekken van een slachtoffer
- > tijdig alarmeren (intern / extern)
- > tijdige evacuatie van het slachtoffer uit de dienstgang.

De schema's waarin deze doelen worden weergegeven en een toelichting op de bijbehorende voorwaarden staan hieronder weergegeven .

Tijdig ontdekken van een slachtoffer/ tijdig alarmeren (intern/ extern)

Er is voor gekozen om de schema's van de doelen *tijdig ontdekken van een slachtoffer* en *tijdig alarmeren (intern / extern)* te integreren in één schema. Dit schema wordt weergegeven in figuur B6.1 op de volgende pagina.

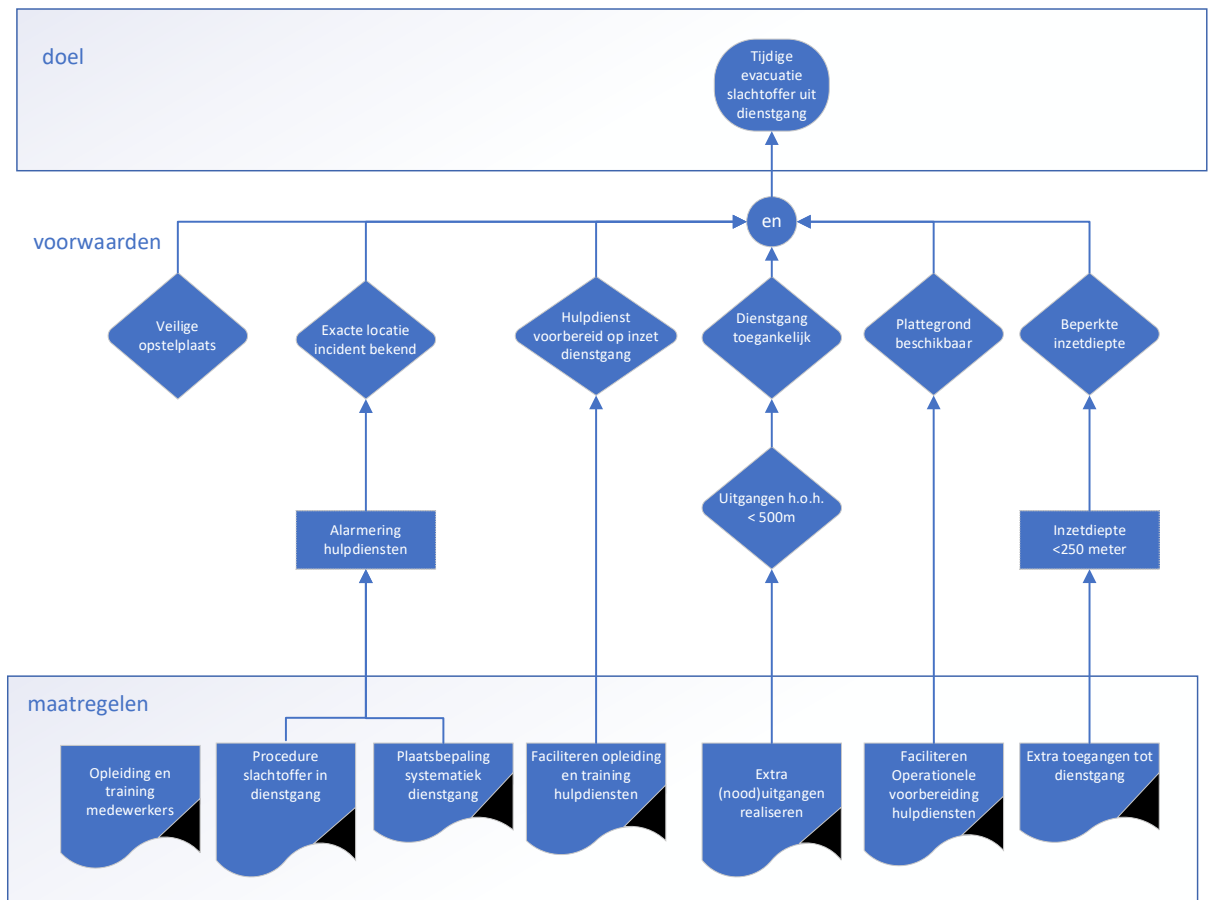


Figuur B6.1 Schema van het doel ‘tijdig alarmeren slachtoffer in dienstgang’ met geïntegreerd het doel ‘tijdig ontdekken slachtoffer’

Voorwaarden voor tijdige alarmering (intern / extern):

- > *Collega is aanwezig binnen het gezichtsveld en/of gehooraafstand van het slachtoffer.*
Als een slachtoffer zelf niet in staat is om hulp in te schakelen, wordt door een collega die zich in de nabijheid bevindt hulp ingeschakeld.
- > *Solitair werkende personen worden gemonitord.*
Als een persoon niet in staat is om alarm te slaan als gevolg van letsel wordt er mogelijk pas alarm geslagen als de persoon vermist wordt.
- > *Communicatiemiddel is beschikbaar.*
Als er een slachtoffer is in een dienstgang, kan dit direct intern en indien noodzakelijk extern bij de 112-alarmcentrale worden gemeld. Zonder een communicatiemiddel kan er geen melding intern of extern worden gedaan.
- > *Exacte locatie van incident in dienstgang is bekend.*
De persoon die hulp inschakelt, kan aangeven in welke gedeelte van de dienstgang het slachtoffer zich bevindt.

Tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang



Figuur B6.2 Schema van het doel 'tijdige evacuatie slachtoffer uit dienstgang'

Voorwaarden voor een tijdige evacuatie van het slachtoffer uit de dienstgang

In de hulpverlening staan de eerste zestig minuten voor de periode waarin de kans op een succesvolle behandeling en herstel van letsel voor een slachtoffer het grootst is. Hoe sneller de hulpverlening bij een slachtoffer start, hoe beter de prognose is. De voorwaarde om het optreden van de hulpdiensten bij een slachtoffer in de dienstgang mogelijk te maken, zijn nagenoeg dezelfde als de voorwaarden die van toepassing zijn bij het optreden van de hulpdiensten bij brand. Bij het optreden bij brand zijn meer voorwaarden van toepassing. Er is voor gekozen om de voorwaarden die overeenkomen alleen bij het optreden van de hulpdiensten bij brand nader toe te lichten.

Scenario brand in dienstgang

Beschrijving van het incidentscenario:

In de dienstgang staat een installatieonderdeel ten behoeve van de tunnelinstallaties in brand. De medewerkers vluchten uit de dienstgang en de brandweer treedt op.

Bij het scenario brand in dienstgang zijn er vijf doelen vastgesteld:

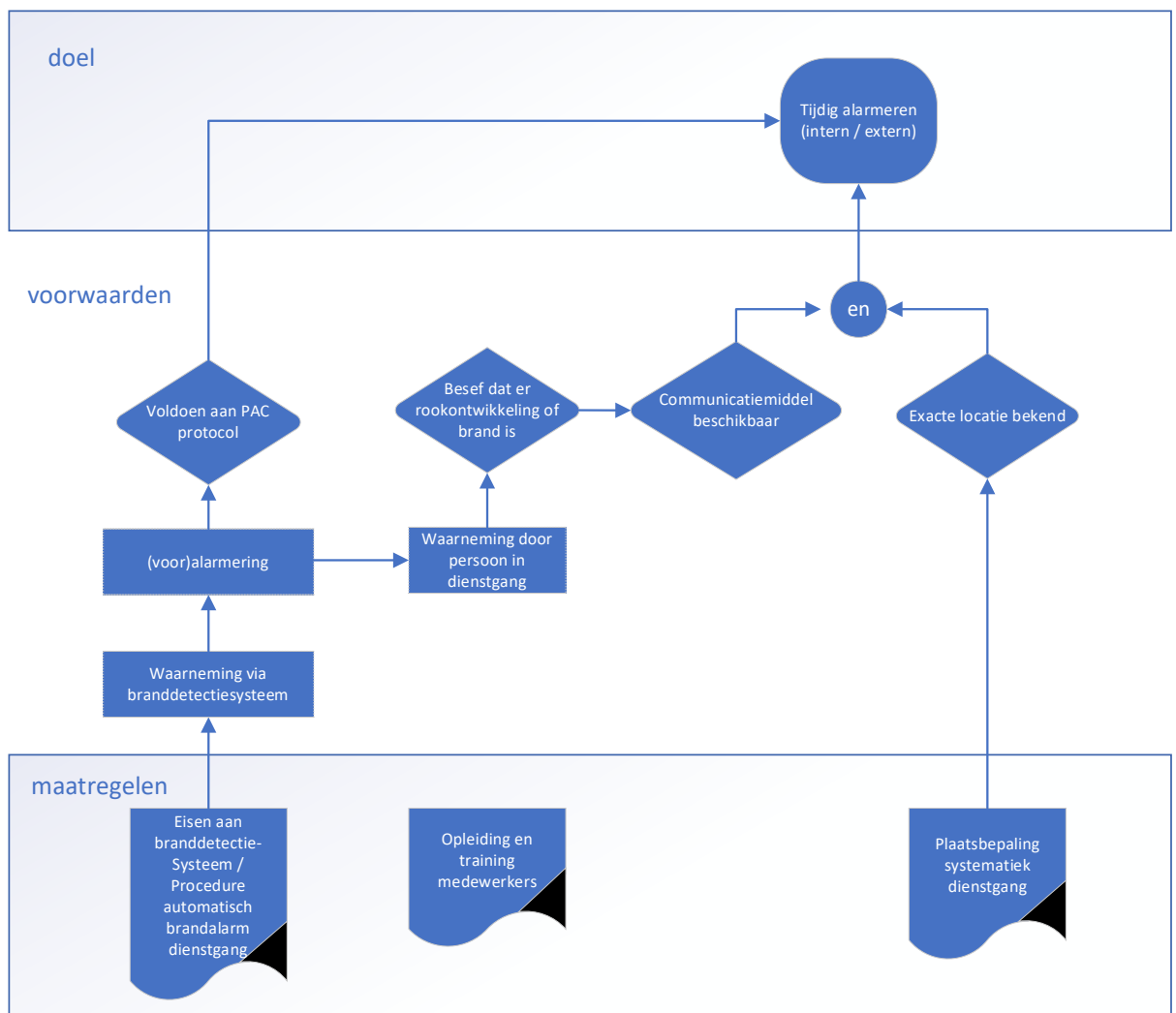
- > tijdig ontdekken van een brand

- > tijdig alarmeren (intern / extern)
- > direct blussen van een brand die ontstaan is door warme werkzaamheden
- > veilig vluchten
- > veilige inzet van de brandweer.

De schema's waarin deze doelen worden weergegeven en een toelichting op de bijbehorende voorwaarden worden in de volgende paragrafen weergegeven.

Tijdig ontdekken van een brand / tijdig alarmeren (intern / extern)

Er is voor gekozen om de schema's van de doelen 'tijdig ontdekken van een brand' en 'tijdig alarmeren (intern/ extern)' te integreren in één schema. Dit schema wordt weergegeven in figuur B6.3.



Figuur B6.3 Schema van het doel 'tijdig alarmeren (intern/ extern)' met geïntegreerd het doel 'tijdig ontdekken van een brand'

Ontdekken van de brand

- > *De brand wordt gedetecteerd door een brandmeldinstallatie met technische verificatie.* Door een brand in een vroeg stadium te detecteren wordt de tijd vergroot waarbinnen er door personen in de dienstgang naar een uitgang kan worden gevluht. Door de brandmelding technisch te verifiëren wordt het aantal loze brandmeldingen verlaagd.

Een brand kan vroegtijdig worden gedetecteerd door rookmelders toe te passen. Bij thermische branddetectie zal het langer duren voordat een brand wordt ontdekt en bestaat de kans dat een brand niet wordt gedetecteerd, omdat de rook ter plaatse van de brandmelder niet de benodigde temperatuur bereikt.

- > *Personeel in dienstgang wordt geïnformeerd na binnenkomst van één automatische brandmelding vanuit de dienstgang.*
Personen in de dienstgang worden op de hoogte gesteld van de brandmelding in de dienstgang zodat de benodigde acties ondernomen kunnen worden als een tweede brandmelder wordt geactiveerd.
- > *Doormelding naar de alarmcentrale van de brandweer vindt plaats conform het PAC-protocol.*
Als er een tweede brandmelder geactiveerd wordt in de dienstgang kan conform het PAC-protocol direct de brandweer worden gealarmeerd.
- > *Vast onderhoudspersoneel van de dienstgang onderneemt actie bij één automatische brandmelding of melding van een brandlucht in de dienstgang.*
Vast onderhoudspersoneel is bekend met de dienstgang en de bijbehorende procedures en risico's.

Voorwaarden voor onderzoek naar de oorzaak van het brandalarm

- > *Er is geen rook zichtbaar of sprake van irritatie aan luchtwegen of ogen.*
Een brandlucht betekent niet altijd dat er al een brand is. Rook is toxisch en kan in zichtbare en niet zichtbare vorm voorkomen. Zolang er geen rook zichtbaar is en er geen irritatie is van de luchtwegen of ogen zal in de meeste gevallen veilig gezocht kunnen worden naar de oorzaak van de brandlucht. De dienstgang wordt dus direct verlaten als er daadwerkelijk brandverschijnselen worden waargenomen en de bron hiervan niet direct zichtbaar is.
- > *De brandmeldinstallatie wordt gemonitord.*
Monitoren van de brandmeldinstallatie is noodzakelijk om te kunnen waarnemen of er een tweede brandmelder wordt aangesproken. Bij het aanspreken van een tweede brandmelder in de dienstgang wordt uitgegaan van het scenario brand in dienstgang.
- > *Er is direct contact tussen de persoon die op zoek gaat naar de oorzaak en de persoon die de brandmeldinstallatie monitort.*
Zonder contact kan een persoon in de dienstgang niet op tijd gewaarschuwd worden als er indicatoren zijn dat het een daadwerkelijke brand betreft.

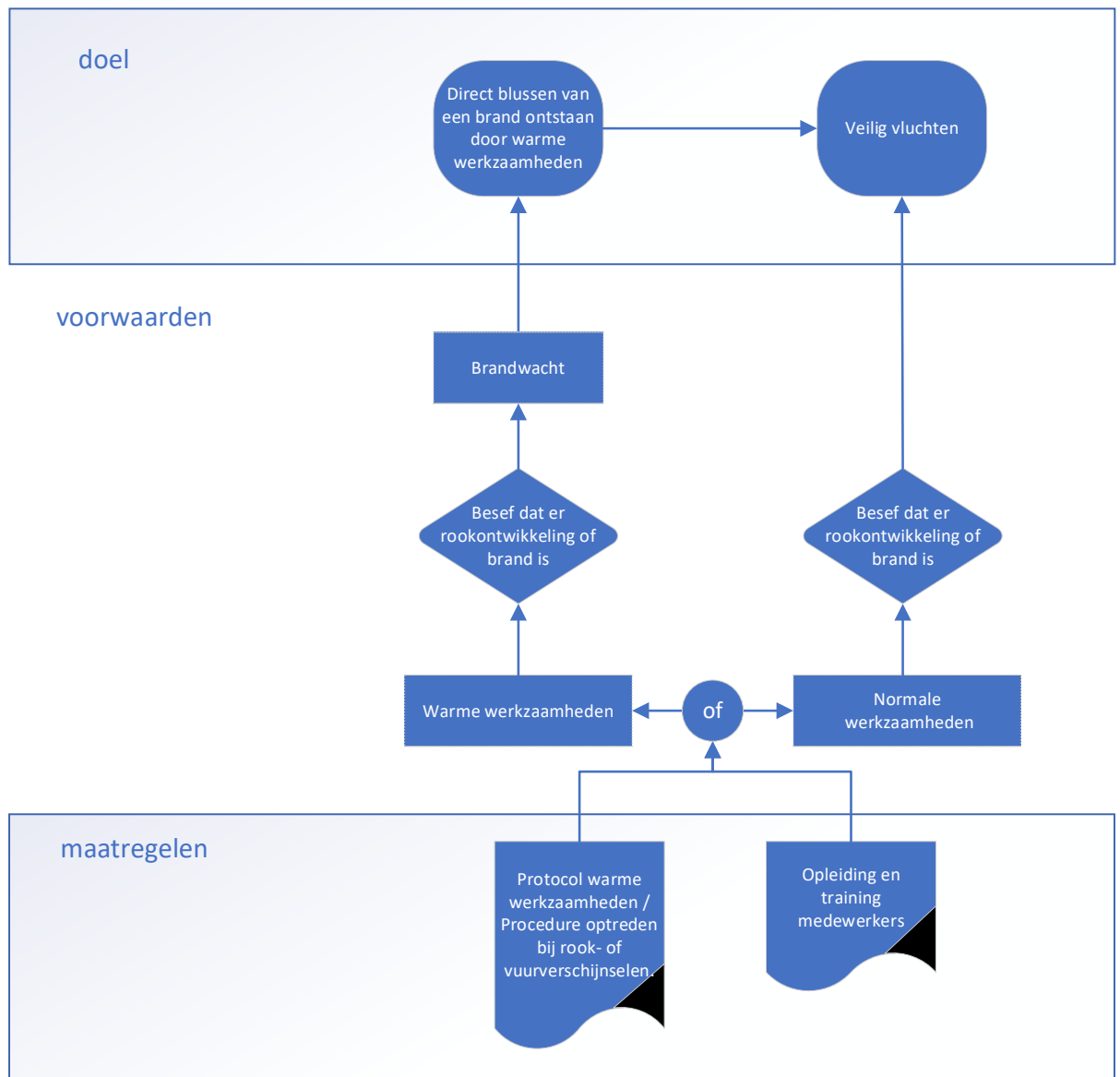
Alarmeren

- > *Personen in dienstgang beschikken over communicatiemiddelen.*
Direct na het waarnemen van een brand wordt de brandweer gewaarschuwd.
Als een brand wordt waargenomen in een dienstgang kan de brand direct worden gemeld bij de 112-alarmcentrale of de WV / het servicebureau. De personen in de dienstgang hebben communicatiemiddelen ter beschikking waarmee ze alarm kunnen slaan.
- > *De ontruimingsalarminstallatie wordt geactiveerd na activatie van de tweede brandmelder in de dienstgang.*
Een geverifieerde brandmelding, door het in komen van een tweede automatische brandmelder of activatie van een handbrandmelder kan beschouwd worden als een daadwerkelijke brand in de dienstgang. Personen moeten in dat geval de dienstgang verlaten.

- > *De exacte locatie in de dienstgang is bekend en wordt doorgegeven aan personen in de dienstgang.*

De locatie van de brand(melding) in de dienstgang wordt direct doorgegeven. De persoon die alarm slaat, kan aangeven in welke gedeelte van de dienstgang de brand is waargenomen. Hiervoor zijn locatieaanduidingen in de dienstgang aanwezig.

Direct blussen van een brand ontstaan door warme werkzaamheden



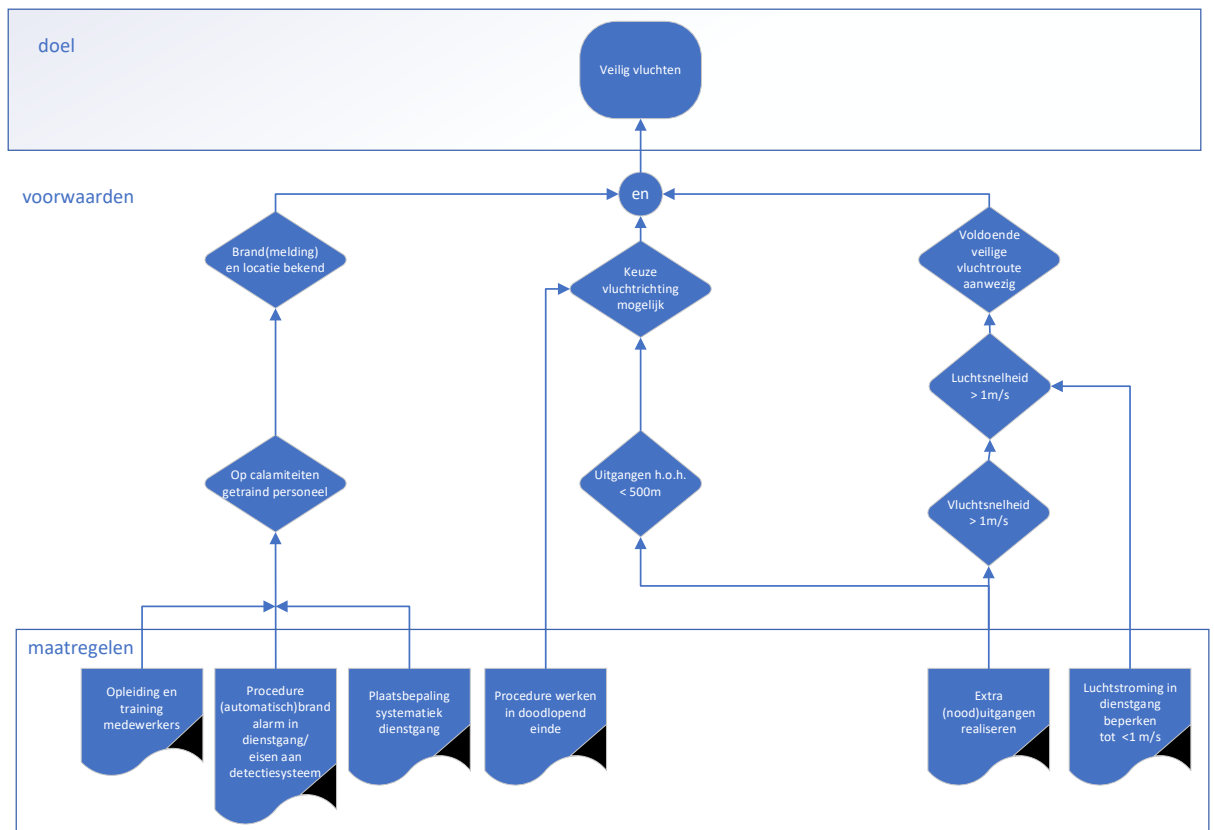
Figuur B6.4 Schema van het doel 'direct blussen van een brand ontstaan door warme werkzaamheden'

- > *Tijdens warme werkzaamheden is een vakbekwame brandwacht aanwezig.*
Een brandwacht is opgeleid direct op te treden in het geval een brand ontstaat tijdens of enige tijd na het uitvoeren van warme werkzaamheden in de dienstgang. De brandwacht heeft beschikking over een geschikt blusmiddel.
- > *Regulier onderhoudspersoneel voert geen bluspoging uit.*

Een brandwacht is opgeleid direct op te treden in het geval een brand ontstaat tijdens of enige tijd na het uitvoeren van warme werkzaamheden in de dienstgang. De brandwacht heeft beschikking over een geschikt blusmiddel.

- > *Regulier onderhoudspersoneel start direct met vluchten na het ontstaan van de brand.* De brand zal zich blijven ontwikkelen en steeds meer verbrandingsgassen produceren. Door direct te vluchten wordt de kans beperkt dat personen blootgesteld worden aan rook. Door de beperkte hoogte en breedte van een dienstgang zal de rook zich sneller verplaatsen in de richting van in de dienstgang aanwezige personen dan in ruimten die hoger en breder zijn. Dicht bij de brandhaard zijn de rookgassen warm en dit zal zorgen voor een snelle verspreiding aan het plafond. Op enige afstand van de brandhaard koelen de rookgassen af en daalt de uitbreidingsnelheid van de rook.
- > *De brandwacht start direct met vluchten na een bluspoging die niet succesvol is.* Als de bluspoging niet succesvol is, wordt direct gestart met vluchten.

Veilig vluchten



Figuur B6.5 Schema van het doel 'veilig vluchten'

- > *Personeel in de dienstgang is getraind op calamiteiten*
Personeel in de dienstgang moet op de hoogte zijn van de procedure 'brand in een dienstgang'.
- > *Personen in de dienstgang worden tijdig geïnformeerd over een brand(melding) en de locatie van de brandmelding*
Zie het schema tijdig alarmeren (intern/ extern), Figuur B6.3.
- > *Keuze van vluchtrichting is mogelijk*
Er kan in principe in twee richtingen gevlucht worden.

Als er sprake is van een doodlopend einde, zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk om veilig vluchten mogelijk te maken. Door ervoor te zorgen dat personen in de dienstgang weten waar de brand(melding) is, kan de keuze gemaakt worden voor de veiligste vluchtroute. Dit hangt van de brand(melding) af. Door weg te vluchten van de brand wordt de kans op blootstelling aan rook zo klein mogelijk gehouden. In de dienstgang is zichtbaar wat de richting naar en de afstanden tot de (nood)uitgangen zijn.

> *Uitgangen maximaal h.o.h. 500 meter*

In het Bouwbesluit 2012 worden in afdeling 2.17 eisen voorgeschreven voor tunnels met een lengte van > 250 meter om de veiligheid van het wegverkeer te borgen. Bij tunnels met een lengte < 250 meter moet in het slechtste geval bij een calamiteit 250 meter worden afgelegd om de tunnel te kunnen ontvluchten. Daaruit volgt de maximale onderlinge afstand tussen de uitgangen van 500 meter (2 x 250 meter). De noodzakelijkheid om aan deze voorwaarde te voldoen is afhankelijk van de mate waarin aan de andere voorwaarden wordt voldaan en van de uitkomst van de RI&E-analyse.

> *Voldoende veilige vluchtroutes aanwezig.*

Afhankelijk van de positie van de onderhoudsmedewerker in de dienstgang ten opzichte van de locatie van de brand(melding) kunnen er grote afstanden afgelegd moeten worden om een uitgang te bereiken. Gedurende de periode dat gevlucht wordt, moeten de condities op de locatie van de personen tot de uitgang zodanig zijn dat er geen gezondheidsschade optreedt. Om dit te borgen zijn er voorwaarden gesteld aan de vluchtsnelheid en de ventilatiesnelheid in een dienstgang:

– *Vluchtsnelheid onderhoudsmedewerkers > 1 m/s.*

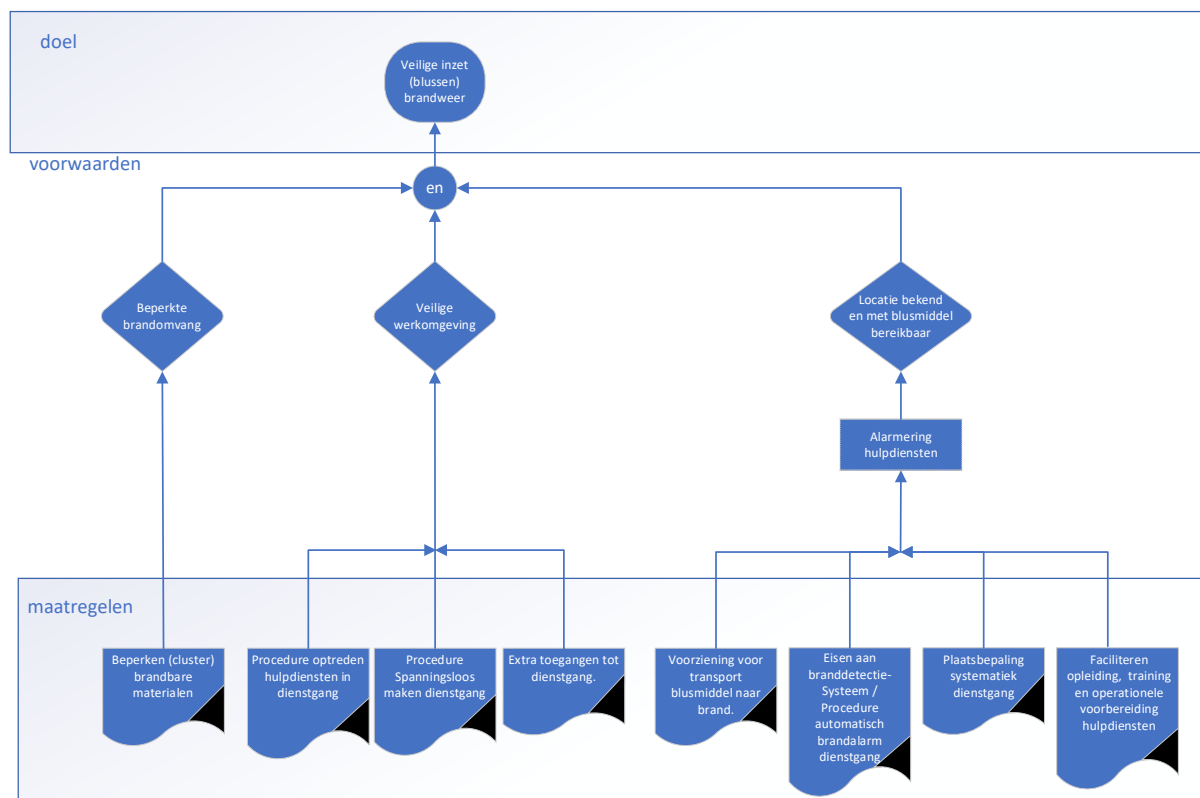
Voor de snelheid van vluchten wordt uitgegaan van een loopsnelheid van een volwassen persoon van 1 meter per seconde (IFV 2017). Om veilig en snel te kunnen vluchten met een loopafstand van 1 meter per seconde is voldoende vrije hoogte noodzakelijk. Obstakels aan het plafond kunnen het vluchten vertragen en vergroten de kans op letsel tijdens werkzaamheden of ontvluchting. Voldoende vrije hoogte is aanwezig als een persoon in de dienstgang zich vrij (rechtlopend) kan voortbewegen door de dienstgang. De benodigde hoogte om vrij te kunnen bewegen is afhankelijk van de lengte van een persoon die in een dienstgang werkt.

– *Luchtsnelheid in dienstgang < 1 m/s.*

De luchtsnelheid in de dienstgang, veroorzaakt door mechanische ventilatie of natuurlijke ventilatie, mag geen nadelige invloed hebben op de rookverspreiding. De ventilatie kan ook van invloed zijn op de snelheid van de brandontwikkeling en daarmee de rookproductie. Hier kan ook sprake van zijn als er een zogenaamd schoorsteeneffect optreedt. Door hoogteverschillen en openingen zoals een openstaande deur kunnen er luchtstromingen ontstaan.

Veilig inzet van de brandweer

Hieronder worden de voorwaarden beschreven die een veilig en effectief optreden van de brandweer, maar ook van overige hulpdiensten, mogelijk te maken.



Figuur B6.6 Schema van het doel 'veilige inzet (blussen) brandweer'

Alarmering

- > *De locatie van de dienstgang waar het incident plaatsvindt is bekend.*
Bij de melding wordt doorgegeven welke dienstgang het betreft.
- > *De locatie van het incident in de dienstgang is bekend.*
Bij de melding wordt doorgegeven wat de exacte locatie van het incident in de dienstgang is.
- > *De hulpdiensten zijn op de hoogte van de locaties die toegang geven tot de dienstgang.*
De hulpdiensten zijn op de hoogte van de locaties die toegang bieden tot de dienstgang en hoe deze te bereiken zijn.
- > *De hulpdiensten zijn op de hoogte van de wijze van plaatsbepaling in de dienstgang.*
De plaatsbepalingssystematiek is gedeeld met de brandweer en is op locatie aanwezig.
- > *Het is bekend of er nog personen aanwezig zijn in de dienstgang.*
Er wordt geregistreerd wie in de dienstgang aanwezig zijn. Op basis van deze registratie is bekend of er nog personen in de dienstgang zijn.
- > *Hulpdiensten zijn bekend met de beperkingen van optreden in de dienstgang.*
Bij inzet van een ambulance in een smalle dienstgang is tilassistentie met een kuipbrancard noodzakelijk. De hulpdiensten zijn bekend met de benodigde inzet bij een melding vanuit de dienstgang.

Bereikbaarheid

- > *De hulpdiensten hebben 24/7 toegang tot de dienstgang.*
De hulpdiensten worden opgevangen of er is een systeem om toegang te verkrijgen tot de dienstgang.
- > *De hulpdiensten worden begeleid naar de toegang tot de dienstgang / locatie van het incident of hebben inzicht in de wijze waarop de locatie kan worden bereikt.*

Hierbij kan gedacht worden aan een gids of een 'aanvalsplan' voor calamiteiten in een dienstgang op locatie of bij de hulpdiensten.

- > *Er is een beperkte inzetdiepte.*

Er is een beperkte inzetdiepte vanaf de opstelplaats van het hulpverleningsvoertuig tot de plaats van het incident. De inzetdiepte is van directe invloed op het veilig, snel en efficiënt kunnen optreden door de hulpdiensten.

Veiligheid

- > *Er is een veilige opstelplaats voor het hulpverleningsvoertuig.*

Als er opgetreden moet worden vanuit een wegtunnel, is een veilig(e) opstelplaats / werkgebied noodzakelijk. Deze opstelplaats moet ook bij het uitvallen van tunnelinstallaties als gevolg van een brand veilig blijven.

- > *Er is informatie beschikbaar over installatieonderdelen die bij een incident gevaar op kunnen leveren tijdens het optreden van de hulpdiensten.*

Er kunnen bijvoorbeeld transportleidingen door de dienstgang lopen. De aanwezigheid van bijvoorbeeld een 10KV-kabel kan bij brand voor gevaar zorgen. Het is daarnaast van invloed op de blusmiddelen die ingezet kunnen worden. Als er spanningvoerende delen zijn, zal de brandweer bij een distributieleiding minimaal 2,5 meter afstand houden (Brandweer Nederland, 2020). Dit zal een veel gevallen niet mogelijk zijn.

- > *Spanningvoerende delen kunnen voorafgaande aan de inzet spanningsloos worden gemaakt.*

Om veilig op te kunnen treden bij een incident kan het noodzakelijk zijn dat de spanningvoerende delen in de dienstgang worden uitgeschakeld.

- > *Het spanningsloos maken van (delen van) de dienstgang is niet van invloed op de veiligheid van hulpverleningsvoertuigen in de wegtunnel.*

Het spanningsloos maken van de dienstgang leidt niet tot een onveilige opstelplaats voor hulpverleningsvoertuigen.

- > *De brandmeldinstallatie wordt gemonitord op uitbreiding van het gebied waar automatische brandmelders worden aangesproken.*

Monitoring van de brandmeldinstallatie op de rookverspreiding kan bijdragen aan een veilige inzet door de brandweer. Kennis over de lengte van het gedeelte van de dienstgang waar rook is gedetecteerd, is noodzakelijk om te kunnen beoordelen of een veilige inzet mogelijk is.

Bijlage 7: Maatregelen

In deze bijlage staan de maatregelen die kunnen worden getroffen om aan de voorwaarden uit hoofdstuk 4 te kunnen voldoen. Ze zijn onderverdeeld in bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen. Bij deze bijlage hoort de maatregeltabel (zie bijlage 9). Dit is een Excelbestand waarin de maatregelen nogmaals worden weergegeven volgens de RI&E-systematiek die door RWS wordt gehanteerd. Naast de doelen die zijn opgesteld voor de beide incidentscenario's, zijn in de maatregeltabel de doelen veiligheidsbeleving en bedrijfscontinuïteit toegevoegd. Hier kunnen de voorgestelde maatregelen ook aan bijdragen.

De nummering van de maatregelen komt overeen met de nummering in de maatregelentabel.

Elke voorgestelde maatregel heeft invloed op de veiligheid of het veiligheidsgevoel van personen in de dienstgang en/of op de veiligheid en efficiëntie van de hulpdiensten tijdens het optreden in de dienstgang. De maatregelen kunnen ook van directe of indirecte invloed zijn op de bedrijfscontinuïteit van de dienstgang / verkeerstunnel(s). Het is aan de eigenaar en/of beheerder van de locatie om de keuze te maken om de voorgestelde veiligheidsverhogende maatregelen wel of niet toe te gaan passen.

1. Organisatorische maatregelen

1.1 Procedure 'slachtoffer in dienstgang'.

In deze procedure staat hoe er gehandeld moet worden en wie er welke taak heeft bij een melding van een slachtoffer vanuit de dienstgang. Aandachtspunten hierbij zijn afspraken met de hulpdiensten over benodigd materieel zoals een redbrancard en extra handjes en mogelijk stilleggen van het verkeer in een verkeersbuis. Ontwikkel een standaardprocedure en maak op basis hiervan een locatie-specifieke procedure.

1.2 Procedure 'rookontwikkeling, brand of (automatische)brandmelding in dienstgang'.

In deze procedure staat hoe er gehandeld moet worden en wie er welke taak heeft bij een melding van rook, brand of een automatische brandmelding vanuit de dienstgang. In de landelijke tunnelstandaard gaat de procedure 'CO₂ (Vermoeden van) brand en/of gevaarlijke stoffen' van de bedrijfsprocessen' over het (vermoeden van) brand in een tunnelsysteem waar ook een dienstgang onder valt. Als opmerking 1 wordt daarbij gemeld dat brand in het MTK of in de technische ruimte op dezelfde wijze behandeld wordt als in deze procedure is omschreven. De uitwerking van procedure CO₂ is alleen gericht op de verkeersbuizen. In procedure CO₂ wordt er rekening gehouden met het feit dat een brand in de dienstgang kan leiden tot uitval van installaties ten behoeve van de verkeersbuizen. Bij een bevestigde brand treedt het calamiteitenbedrijf in werking en wordt het wegverkeer stilgelegd. Geadviseerd wordt om het scenario (vermoeden van) brand in de dienstgang uit te werken als een separate procedure. Geadviseerd wordt ook om hierin in op te nemen dat bij een automatisch brandalarm vanuit de dienstgang waarbij er nog geen bevestigde brand is, de stand-by na detectie wordt gehanteerd totdat de melding geverifieerd is, net als bij de verkeersbuizen het geval is. Een mogelijkheid is om de staat van alertheid van de wegverkeersleiders te verhogen na een automatisch brandalarm, net als bij het inkomen van andere waarschuwingssystemen in de verkeerstunnels plaatsvindt. In het protocol kan ook worden opgenomen dat er direct

na een automatisch brandalarm gecontroleerd wordt of er 30 minuten voor de melding sprake is geweest van systeemuitval nabij de locatie van de brandmelding. Om veilig te kunnen vluchten is het noodzakelijk dat in de procedure wordt opgenomen hoe personen in de dienstgang worden geïnformeerd over een automatisch brandalarm in de dienstgang en over een bevestigde brand in de dienstgang, inclusief de locatie van de brandmelding.

1.3 Procedure 'inzet hulpdiensten in dienstgang'

In deze procedure staat hoe er gehandeld moet worden en wie welke taak heeft als er een inzet van hulpdiensten in de dienstgang noodzakelijk is. De scenario's 'brand in de dienstgang' en 'slachtoffer in de dienstgang' zijn in deze procedure opgenomen. Ontwikkel een standaardprocedure voor het kunnen optreden in een dienstgang door de hulpdiensten. Maak op basis van de standaardprocedure samen met de hulpdiensten voor elke locatie een locatie-specifieke procedure.

1.4 Procedure 'spanningsloos maken dienstgang'

Om veilig op te kunnen treden in de dienstgang kan het voor de hulpdiensten noodzakelijk zijn dat de dienstgang spanningsloos wordt gemaakt. In deze procedure kan worden vastgelegd hoe er gehandeld moet worden en wie welke taak heeft bij het spanningsloos maken van de dienstgang.

1.5 Procedure 'warme werkzaamheden in dienstgang'

In deze procedure kan worden vastgelegd onder welke voorwaarde het toegestaan is om warme werkzaamheden uit te voeren en welke aanvullende maatregelen daarbij noodzakelijk zijn, zoals bijvoorbeeld een brandwacht.

1.6 Procedure '(solitair) werken in dienstgang'

In deze procedure kan opgenomen worden wanneer werken in de dienstgang is toegestaan. Het aantal momenten dat er personen aanwezig zijn in een dienstgang kan worden beperkt. Mogelijk kunnen niet spoedeisende storingsmeldingen worden uitgevoerd tijdens reguliere onderhoudsmomenten. In deze procedure kan ook vastgelegd worden of en zo ja onder welke voorwaarden er solitair kan en mag worden gewerkt in een dienstgang. Een maatregel die omschreven kan worden is het gebruikmaken van een man-down systeem. Dit systeem biedt de mogelijkheid om bij een incident direct alarm te slaan; bovendien komt het systeem in alarm als er gedurende een bepaalde tijd sprake is van inactiviteit (geen beweging). Er bestaan man-down apps voor de smartphone. Een andere mogelijkheid is het werken met vaste contactmomenten na betreden van de dienstgang. Naast het monitoren kan een man-down systeem ook in de dienstgang gebruikt worden om alarm te slaan bij een calamiteit. Dit kan met een directe spraakverbinding.

1.7 Plaatsaanduiding Systematiek Dienstgangen.

Door een standaard systematiek vast te stellen en toe te passen kan er op een eenduidige manier gecommuniceerd worden over locaties in de dienstgang. Dit kan, net zoals dit voor de verkeersbuizen is gedaan, opgenomen worden in de les- en leerstof van de hulpdiensten.

1.8 Aanpassen Opleiding en training medewerkers

Als de procedures in een dienstgang worden aangepast, is het noodzakelijk dat de opleiding en training van onderhoudspersoneel hierop worden aangepast.

1.9 Periodieke NEN 3140-keuring

Door de elektrische installaties te laten keuren kunnen potentieel brandgevaarlijke situaties vroegtijdig worden ontdekt.

2. Bouwkundige maatregelen

2.1 (Vlucht)uitgangen/ (nood)toegangen h.o.h. 500 meter

Realiseer om de 500 meter een (vlucht)uitgang in de dienstgang. Zie bijlage 8 voor een toelichting op de vluchtuitgang. Binnen 250 meter vanaf een (nood)toegang is de locatie van het incident in de dienstgang bereikbaar.

2.2 (Vlucht)uitgangen h.o.h. < 500 meter

Als er niet aan de randvoorwaarden voor veilig vluchten wordt voldaan, kunnen extra uitgangen worden gerealiseerd. Dat is noodzakelijk als:

- de loopsnelheid < 1 m/s is
- de luchtstroming > 1 m/s is.

Als RWS het noodzakelijk vindt dat een brand in de dienstgang tijdig wordt bestreden door de brandweer, kunnen extra (nood)toegangen noodzakelijk zijn om de inzetdiepte te beperken.

2.3 Opheffen van doodlopende einden / procedure werken in een doodlopend eind.

Hef doodlopende einden op door een extra uitgang te plaatsen. Dit mag een (vlucht)uitgang zijn zoals omschreven in bijlage 8. Als dit niet mogelijk is, kan in een procedure vastgelegd worden onder welke voorwaarde werken in het doodlopende einde is toegestaan (bijvoorbeeld door een veiligheidswacht aan te stellen tijdens de werkzaamheden).

2.4 Vluchtrouteaanduiding met plaatsaanduidingssystematiek h.o.h. 50 meter

Geadviseerd wordt om een onderlinge afstand van 50 meter aan te houden en te combineren met de vluchtrouteaanduiding. Personen in een dienstgang kunnen hierdoor bij een incident snel zien waar zij zich bevinden en de hulpdiensten worden geholpen bij hun oriëntatie in de dienstgang. Geef op de vluchtrouteaanduiding de afstanden tot de uitgangen aan. De vluchtrouteaanduiding in de dienstgang kan gecombineerd worden met de plaatsbepalingssystematiek van de dienstgang.



Figuur B7.1 Voorbeeld van mogelijke pictogram met loopafstanden en plaatsbepaling

2.5 Markeren van vluchtuitgangen met luminiserende vluchtwegmarkering

Door de vluchtuitgangen extra te markeren is op enige afstand te zien waar een vluchtuitgang gesitueerd is.

2.6 Plattegronden met PSD bij toegangen voor hulpdiensten

Plaats bij de toegangen voor de hulpdiensten locatieplattegronden die meegenomen kunnen worden ter beeldvorming en oriëntatie tijdens een calamiteit in de dienstgang.

2.7 Zelfsluitend uitvoeren van toegangsdeuren tot de dienstgang.

Door de deuren tussen de dienstgang en aangrenzende ruimten zelfsluitend uit te voeren, wordt de kans verkleind dat bij brand deuren open blijven staan. Het brandvermogen en de bijbehorende rookproductie kunnen groter zijn dan in de dienstgang te verwachten is. Door het stromen van de rook vanuit een aangrenzende ruimte naar de dienstgang wordt de rook extra opgemengd, wat voor een groter volume van rook zorgt. Dit kan voor een snellere rookverspreiding in de dienstgang zorgen dan waar bij het scenario 'brand in dienstgang' van is uitgegaan.

2.8 Toepassen van brandvertragende of onbrandbare installatieonderdelen

Door de hoeveelheid brandstof in de dienstgang te beperken kan de brandomvang worden beperkt. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van metalen kasten of kappen in plaats kasten of kappen van een brandbaar type.

2.9 Vergroten van de onderlinge afstand tussen installatieonderdelen en het plaatsen van brandwerende schotten.

Door de onderlinge afstand tussen installatieonderdelen te vergroten (voorkomen clustering) of door brandwerende schotten te plaatsen tussen de installatieonderdelen, wordt de kans op brandoverslag tussen de installatieonderdelen verkleind. Dit beperkt de brandomvang en kan mogelijk voorkomen dat bij brand meerdere installaties ten behoeve van de wegtunnels uitvallen. Voor de onderlinge afstand kan bijvoorbeeld één meter worden aangehouden.

2.10 Afschermen van kabelgoten ter plaatse van installatieonderdelen (kasten e.d.)

Door de kabelgoten af te schermen met bijvoorbeeld een onbrandbaar materiaal wordt de kans verkleind dat er uitbreiding plaatsvindt naar of aantasting van de kabelgoten. Dit beperkt de branduitbreiding en uitval van de installaties van de wegtunnels.

2.11 Waarschuwingsborden voor hulpdiensten

Als er sprake is van risico's voor de hulpdiensten zoals een 10 kV-kabel in de dienstgang in combinatie met het scenario brand, is het noodzakelijk dat de hulpdiensten op de hoogte zijn van de aanwezigheid van deze 10 kV-kabel.

3 Installatietechnische maatregelen

3.1 Dienstgang voorzien van een brandmeldinstallatie met rookmelders.

Een rookmelder komt in alarm bij rookontwikkeling. Dit zorgt voor de snelste detectie van een (mogelijke) brand in de dienstgang. Een thermisch detectiesysteem komt later in alarm en zal rook met een lage temperatuur niet detecteren.

3.2 Vooralarm bij activatie van de brandmeldinstallatie

Door een vooralarm te genereren bij activatie van één brandmelder in de dienstgang wordt de alertheid van de onderhoudsmedewerkers vergroot. Zij kunnen rekening houden met het mogelijk moeten verlaten van de dienstgang als de ontruimings-alarminstallatie wordt geactiveerd. Er is dus nog geen sprake van een geverifieerde brandmelding, wat een ontruiming van de dienstgang noodzakelijk maakt.

3.3 Brandmeldinstallatie met technische verificatie

De verificatie van brandmeldingen vindt automatisch plaats. Door de technische verificatie kunnen onechte meldingen onderscheiden worden van daadwerkelijke brandmeldingen. Hierdoor worden onechte en/of ongewenste meldingen er zoveel mogelijk uit gefilterd en wordt vals alarm zoveel mogelijk voorkomen. Als er sprake is van een geverifieerde brandmelding conform het PAC-protocol kan rechtstreeks de brandweer worden gealarmeerd.

3.4 Brandmeldinstallatie op afstand monitoren.

Door de brandmeldinstallatie op afstand te monitoren is direct informatie over de locatie van het brandalarm beschikbaar en kan dit gecommuniceerd worden naar personen de in dienstgang en de brandweer. Daarnaast kunnen mogelijke branduitbreiding en rookverspreiding binnen de dienstgang gemonitord worden.

3.5 Ventilatie van de dienstgang uitschakelen bij een brandmelding in de dienstgang.

Dit beperkt de rookverspreiding in de dienstgang en verkleint de kans dat vluchtende personen in de dienstgang met rook in aanraking komen.

3.6 Blusleiding voor dienstgang

Als het gewenst is dat een brand in de dienstgang bestreden wordt, moet de brandweer de mogelijkheid hebben blusmiddel op de plaats van de brand in de dienstgang te krijgen. Het aanbrengen van een blusleiding is één van de mogelijkheden. Door het realiseren van extra toegangen tot de dienstgang kan mogelijk van de reeds aanwezige voorzieningen in de wegtunnel gebruikgemaakt worden.

Bijlage 8: (Vlucht)uitgangen en (nood)toegangen in de dienstgang

Zoals in paragraaf 2.3 van dit rapport is beschreven, zijn de voorschriften voor veilig vluchten van het Bouwbesluit 2012 niet van toepassing op de dienstgang. Ook in de tunnelregelgeving worden geen eisen gesteld aan vluchtroutes in de dienstgang. Voor de vluchtveiligheid van onderhoudspersoneel in de dienstgang geldt de Arboregelgeving. In de RI&E-analyse van een dienstgang zal daarom de vluchtveiligheid van onderhoudspersoneel meegenomen moeten worden.

Als er aan alle voorwaarden van het incidentscenario 'brand in dienstgang' wordt voldaan en *alle* benodigde maatregelen zijn genomen, is de kans klein dat onderhoudsmedewerkers niet veilig naar een van de bestaande uitgangen kunnen vluchten. Niet alle dienstgangen zullen echter aan alle maatregelen kunnen voldoen. Of RWS ervoor kiest om extra toegangen of uitgangen te maken, zal per dienstgang aan de hand van de RI&E beoordeeld moeten worden. De schema's uit dit onderzoek kunnen daarbij gebruikt worden.

Op basis van de analyse van de incidentscenario's 'brand in dienstgang' en 'slachtoffer in dienstgang' wordt geadviseerd om de voorwaarde te hanteren dat een dienstgang voorzien moet zijn van (vlucht)uitgangen en (nood)toegangen met een maximale onderlinge afstand van 500 meter. In deze bijlage wordt dit advies onderbouwd; ook wordt uitgelegd wat er met de termen *toegang*, *vluchtingang* en *noodtoegang* wordt bedoeld.

Toegang

Een toegang tot de dienstgang wordt gebruikt als in- en uitgang om tijdens reguliere werkzaamheden de dienstgang te betreden of te verlaten. Als er reguliere werkzaamheden worden uitgevoerd, is er in basis geen sprake van een onveilige situatie in de dienstgang. De afstand die afgelegd moet worden om een uitgang van de dienstgang te kunnen bereiken en daarmee de benodigde tijd, spelen op dat moment geen rol in de veiligheid van de onderhoudsmedewerkers in de dienstgang. Op het moment dat er sprake is van een incident in de dienstgang waarbij er gevlucht c.q. een slachtoffer geëvacueerd moet worden, spelen de afstand tot een toegang en de benodigde tijd om de incidentlocatie te bereiken of vanaf de incidentlocatie de dienstgang te verlaten wél een rol.

Vluchtingang

Een vluchtingang is een eenvoudig te openen doorgang tussen de dienstgang en een aangrenzende ruimte (bijvoorbeeld het ondergelegen middentunnelkanaal), van waaruit het aansluitende terrein en de openbare weg kunnen worden bereikt. Een vluchtingang kan zonder gebruik te hoeven maken van een sleutel of ander los voorwerp vanuit de dienstgang worden geopend. De vluchtingang kan bij het optreden van het incidentscenario 'brand' worden gebruikt om de dienstgang te ontvluchten als er ondanks de genomen maatregelen geen sprake is van een veilige vluchtroute. De vluchtingang kan bij het optreden van het incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang' worden gebruikt om het slachtoffer met hulp van collega's zo snel mogelijk uit de dienstgang te evacueren. Een vluchtingang wordt, gezien

de uitrusting en afmetingen van de arbeidsplaats én het aantal onderhoudsmedewerkers, gezien als een doeltreffende maatregel om de onderhoudsmedewerkers bij gevaar voor veiligheid of gezondheid via de kortste weg in veiligheid te brengen. Een vluchtingang kan vanaf de andere zijde een noodtoegang zijn voor de hulpdiensten. Zie verder bij 'Noodtoegang'.

Afmeting van de vluchtingang

Uit de analyse van het incidentscenario 'slachtoffer in dienstgang' is naar voren gekomen dat door de vormgeving van de dienstgang een redbrancard nodig is bij de evacuatie van een bewusteloos slachtoffer. De doorgang heeft hiervoor een minimale afmeting van 700 mm bij 650 mm. De doorgang is zodanig gepositioneerd dat er een redbrancard inclusief slachtoffer met een totale lengte van 2,2 meter doorheen kan worden geleid, terwijl aan beide uiteinden van de redbrancard twee personen aanwezig zijn om de redbrancard te begeleiden.

Overbruggen van hoogteverschillen vanaf de vluchtingang met een vluchtladder

Een vluchtingang wordt alleen in geval van nood gebruikt onder begeleiding van en door opgeleid en getraind onderhoudspersoneel. Een ladder of touwladder wordt, gezien de uitrusting en afmetingen van de arbeidsplaats én het aantal onderhoudsmedewerkers, gezien als een doeltreffende maatregel om de onderhoudsmedewerkers bij gevaar voor veiligheid via de kortste weg in veiligheid te brengen. De vluchtladder kan met een eenvoudig handeling worden geplaatst en gebruikt. Een voorwaarde bij het gebruik van een touwladder is dat de beide zijanten van de (touw)ladder aan de bovenzijde al vastzitten aan bevestigingspunten. Er wordt hierbij van uitgegaan dat er geen groter te overbruggen hoogteverschil is dan 3 meter. De onderstaande afbeeldingen tonen enkele voorbeelden van vluchtladders bij dienstgangen.



Figuur B8.1 Voorbeelden van vluchtladders in dienstgangen

Noodtoegang

Een noodtoegang kan door de hulpdiensten vanuit een aan de dienstgang grenzende ruimte (zoals bijvoorbeeld het middentunnelkanaal) worden geopend om een brand te kunnen bestrijden of een slachtoffer te evacueren.

Uit de analyse van het incidentscenario slachtoffer in dienstgang is naar voren gekomen dat bij de evacuatie van een slachtoffer een brandweerinzet noodzakelijk is. Met de hulpdiensten zal afgestemd moeten worden of er naast een redbrancard ook een ladder aanwezig moet zijn om hoogteverschillen te overbruggen. Uiteraard kan er ook voor gekozen worden om een systeem te ontwikkelen waarbij de vluchtladder voor dit doel kan worden ingezet.

Om indringers te voorkomen kan het gewenst zijn om de noodtoegang te voorzien van een slot. Het sluitsysteem zal afgestemd moeten worden met de hulpdiensten. Een noodtoegang

wordt, gezien de uitrusting en afmetingen van de arbeidsplaats én het aantal onderhoudsmedewerkers, gezien als een doeltreffende maatregel om de onderhoudsmedewerkers bij gevaar voor veiligheid of gezondheid via de kortste weg in veiligheid te brengen. Een noodtoegang kan vanaf de andere zijde een vluchtingang zijn voor onderhoudspersoneel.

Conflict met de Landelijke tunnelstandaard

Door ladders toe te passen ontstaat een conflict met de landelijke tunnelstandaard. Een voorwaarde voor een vluchtingang (midentunnelkanaal) voor de tunnelbuizen is dat deze vrij moet zijn van obstakels. Een neergelaten vluchtladder vormt een obstakel in de vluchtingang. Dit zou alleen het geval zijn als er sprake is van gelijktijdig optreden van incidentscenario's, namelijk een incident in een van de tunnelbuizen waardoor er personen moeten vluchten door de vluchtingang in het midentunnelkanaal én een van beide incidentscenario's uit deze rapportage in de dienstgang. Zoals in bijlage 7 maatregel 1.2 wordt beschreven, wordt geadviseerd om in de procedure *'rookontwikkeling, brand of (automatische)brandmelding in dienstgang'* op te nemen dat bij een bevestigde brand in een dienstgang de tunnelbuizen voor verkeer worden afgesloten. Dit is noodzakelijk, omdat er bij een brand in de dienstgang een reële kans is dat (veiligheids)installaties van de tunnelbuizen uitvallen als gevolg van de brand, zoals daadwerkelijk gebeurd is tijdens de brand in de dienstgang van de Schipholtunnel in 2017.

Maximale onderlinge afstand van (vlucht)uitgangen en (nood)toegangen 500 meter

Geadviseerd wordt om als maximale onderlinge afstand tussen (vlucht)uitgangen en (nood)toegangen 500 meter als voorwaarde aan te houden. De keuze hiervoor is gebaseerd op de onderstaande punten.

- 1 In de landelijke tunnelstandaard voor tunnels met een lengte van 250 m tot 500 m kan worden volstaan met uitgangen aan de kopse zijde van de tunnels.
- 2 Uit de literatuur- en analogieverkenning (bijlage 1) is naar voren gekomen dat ondergrondse leidingstraten en mijnbouw met schachten en ondergrondse gangenstelsels een maximale afstand van 500 meter hanteren.
- 3 Als er sprake is van een slachtoffer met spoedeisend letsel dan beïnvloedt de inzetdiepte (de afstand tussen een toegang voor de hulpdiensten en de locatie van het incident in de dienstgang) de tijd die nodig is om het slachtoffer te bereiken en te evacueren.
- 4 In de huidige situatie moet vanaf een reguliere toegang grote afstanden worden afgelegd om een bepaald punt in de dienstgang te kunnen bereiken. Dit is, zoals uit de gesprekken met de onderhoudsmedewerkers is gebleken, van invloed op de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers. Door de maximale onderlinge afstand van 500 meter te hanteren, is elk punt in de dienstgang binnen <250 meter vanaf een noodtoegang tot de dienstgang te bereiken en wordt de evacuatie tijd verkort. Het aanbrengen van extra (nood)toegangen kan een positieve bijdrage leveren aan de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers die in de dienstgang werken.
- 5 De onderhoudsmedewerkers in de dienstgang moeten vanaf sommige locaties behoorlijke afstanden afleggen om de reguliere toegang van de dienstgang te bereiken. Dit is van invloed op de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers. Het beperken van de afstand tot een (vlucht)uitgang kan een positieve bijdrage leveren aan de veiligheidsbeleving van de onderhoudsmedewerkers die in de dienstgang werken. Het voorbeeld in het onderstaande kader laat zien dat er ondanks het realiseren van

(vlucht)uitgangen om de 500 meter nog steeds sprake kan zijn van een relatief lange vluchttijd.

Voorbeeld vluchttijd dienstgang

Binnen 250 meter vanaf elk punt in de dienstgang is een (vlucht)uitgang aanwezig. Voor de snelheid van vluchten wordt uitgegaan van een loopsnelheid van een volwassen persoon van 1 meter per seconde (IFV 2017). Dit houdt in dat een (vlucht)uitgang na 4 minuten en 10 seconden (250 seconden) is bereikt. Bij het worstcasescenario dat er brand is vlak bij een (vlucht)uitgang moet er meer dan 250 meter worden afgelegd om een andere (vlucht)uitgang te kunnen bereiken. Een onderhoudsmedewerker zal er in dat geval 8,5 minuten over doen. Als een onderhoudsmedewerker zich met een hogere loopsnelheid kan voortbewegen komt dit ten goede aan de vluchtsnelheid.

Noodzaak om onderlinge afstand verder te verkleinen

Uit de analyse van de incidentscenario's en het bezoek aan de twee dienstgangen is naar voren gekomen dat het in enkele situaties noodzakelijk is om de maximale onderlinge afstand tussen de (vlucht)uitgangen nog verder te verkleinen. Dit wordt geadviseerd als de loopsnelheid van minimaal 1 meter per seconden niet kan worden behaald en als de luchtsnelheid binnen de dienstgang niet beperkt kan worden tot maximaal 1 meter per seconde.

Loopafstand < 1 m/s door bijvoorbeeld een beperkte vrije hoogte binnen de dienstgang

Tijdens het bezoek aan de twee dienstgangen is naar voren gekomen dat er sprake kan zijn van een beperkte vrije hoogte. Dit wordt veroorzaakt door obstakels aan het plafond boven het looppad of door een (lokale) lage hoogte van de dienstgang waardoor niet 'normaal' rechtdoor door de dienstgang kan worden gelopen. Bij een van de dienstgangen was het in een bepaald gedeelte alleen in gehurkte houding mogelijk om verder te gaan. In deze gevallen kan niet worden uitgegaan van een loopsnelheid van 1 meter per seconde.

Vuistregel om de onderlinge afstand te bepalen op basis van de loopsnelheid

Om enige houvast te hebben bij het bepalen van de benodigde onderlinge afstand is er een vuistregel opgesteld. Als uitgangspunt hiervoor is de 250 meter af te leggen afstand tot een (vlucht)uitgang gehanteerd. Met een loopsnelheid van 1 meter per seconden zal het 250 seconden duren voordat de (vlucht)uitgang is bereikt.

Als de loopafstand door een beperkte hoogte < 1 m/s is door een beperkte hoogte, kan de afstand tussen de uitgangen met de onderstaande formule worden bepaald:

$$(\text{loopsnelheid (m/s)} \times 250) \times 2$$

Voorbeeld:

In de dienstgang wordt de loopsnelheid door een laag plafond beperkt tot 0,5 m/s.

$250 \times 0,5 = 125$ $125 \times 2 = 250$ meter. Bij een loopsnelheid van 0,5 m/s wordt geadviseerd om in het gebied met de beperkte loopsnelheid om de 250 meter (vlucht)uitgang te realiseren.

Luchtsnelheid in dienstgang > 1 m/s

De luchtsnelheid in de dienstgang, veroorzaakt door mechanische ventilatie of natuurlijke ventilatie, mag geen nadelige invloed hebben op de rookverspreiding. De ventilatie kan ook van invloed zijn op de snelheid van de brandontwikkeling en daarmee de rookproductie. Er

kan ook sprake zijn van ventilatie als gevolg van het zogenaamd schoorsteeneffect. Door hoogteverschillen en openingen zoals een openstaande deur kunnen er luchtstromingen ontstaan. Als de luchtsnelheid in de dienstgang groter is dan 1 m/s en deze luchtstroming na een brandalarm niet automatisch uitgeschakeld kan worden, kan dit ertoe leiden dat de vluchtende personen door de rook ingehaald worden. Er is dan geen sprake meer van een veilige vluchtroute. Bij een van de bezochte dienstgangen heeft het onderhoudspersoneel altijd een vluchtmasker bij zich. Een van de redenen hiervoor is de mogelijkheid dat er door rook gelopen moet worden. Als de rook zich als gevolg van ventilatie sneller door de dienstgang verplaatst dan personen in de dienstgang lopen, kan dit ervoor zorgen dat er beperkt of geen zicht meer is. Er is dan geen sprake van veilig kunnen vluchten.

Vuistregel om de onderlinge afstand te bepalen op basis van luchtsnelheid

Om enige houvast te hebben bij het bepalen van de benodigde onderlinge afstand is er een vuistregel opgesteld. Als uitgangspunt hiervoor is de 250 meter af te leggen afstand tot een (vlucht)uitgang gehanteerd. Met een loopsnelheid van 1 meter per seconden zal het 250 seconden duren voordat de (vlucht)uitgang is bereikt.

Als de luchtsnelheid in de dienstgang groter is dan 1 meter per seconde kan de afstand tussen de uitgangen met de onderstaande formule worden bepaald:

$$\frac{1}{\text{luchtsnelheid (m/s)}} \times 250 \times 2$$

Voorbeeld:

In de dienstgang is de luchtsnelheid 2 m/s.

$$0,5 \times 250 \times 2 = 250 \text{ meter.}$$

Bij een luchtsnelheid van 2 m/s wordt geadviseerd om een maximale onderlinge afstand tussen (vlucht)uitgangen te hanteren van 250 meter.

Bijlage 9: Maatregeltabel

Bij dit document is het Excelbestand *Maatregeltabel dienstgang RWS 2021* toegevoegd.