



Vlaanderen
is veilig onderweg



Vlaamse Tunnelrichtlijn C500 Brandbestrijding

C501 Brandblusinstallaties
C502 Brandmeldinstallaties
C503 Hulpposten

C504 Rookschermen
C505 Leidingverwarming
C506 Automatisch repressief systeem

AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

COLOFON

Titel	Vlaamse Tunnelrichtlijn: C500 Brandbestrijding
Opgesteld door	Heidi Cuypers, studie-ingenieur tunnelveiligheid, AWV
Gereviseerd door	Commissie Tunnels, Projectgroep Tunnelrichtlijnen
Goedgekeurd door	Directieraad AWV maj. ing. Mattias Detobel, Brandweervereniging Vlaanderen
Goedgekeurd op	Commissie Tunnels (13 januari 2025) Directieraad AWV (13 februari 2025)
Versie	1.0

DOCUMENTGESCHIEDENIS

Versie	Datum	Auteur	Beschrijving
0.1	14.06.2023	Heidi Cuypers	Concepttekst
0.2	01.09.2023	Heidi Cuypers	Verwerking opmerkingen door Mattias Detobel (Brandweer Zone Antwerpen)
0.3	07.12.2024	Heidi Cuypers	Verwerking opmerkingen door Han Admiraal (DON bureau)
0.4	09.01.2024	Heidi Cuypers	Verwerking opmerkingen na intern afstemmingsmoment (Peter Sliwa, Agnes Verbraeken, Annick Colleye, Steve Van Nuffel) en na revisie door Joachim Peerlinck en Tom Otten
0.5	06.02.2024	Heidi Cuypers	Verwerking opmerkingen na tweede intern afstemmingsmoment (Peter Sliwa, Agnes Verbraeken, Siel Demesmaeker, Steve Van Nuffel) en met Mattias Detobel
0.6	27.02.2024	Heidi Cuypers	Concepttekst ter revisie door Projectgroep Tunnelrichtlijnen
0.7	04.06.2024	Heidi Cuypers	Na revisie door Projectgroep Tunnelrichtlijnen
0.8	06.11.2024	Heidi Cuypers	Na discussie binnen Projectgroep Tunnelrichtlijnen over eisen aan uitrusting van de hulpposten en aan hydranten en overleg met brandweer en DON bureau
0.9	08.01.2025	Heidi Cuypers	Finale overeenstemmingen laatste details met brandweer zone Antwerpen en tunnelveiligheidsbeambte voor goedkeuring door Directieraad AWV
1.0	18.02.2025	Heidi Cuypers	Goedgekeurd door Directieraad AWV

INHOUDSOPGAVE

Colofon	2
Documentgeschiedenis	3
Inhoudsopgave	4
Afkortingen en begrippen	5
0 Inleiding	6
1 Bluswatervoorziening (C501)	7
1.1 Wettelijk kader	7
1.2 Omschrijving	7
1.2.1 Achtergrond inzetstrategie	8
1.3 Bluswaterreservoir en vulsysteem	10
1.4 Drukverhogingsinstallatie en aanvoerleidingen	14
1.4.1 Brandbluspompen	15
1.4.2 Jockeypomp	18
1.5 Bluswaterdistributie	19
1.6 Suppletieleiding brandweer	21
1.7 Bediening en besturing	22
1.7.1 Regime 'Uit'	22
1.7.2 Regime 'Testen'	22
1.8 Bewaking	22
2 Brandmeldinstallaties (C502)	24
2.1 Wettelijk kader	24
2.2 Omschrijving	24
2.3 Detectie van rook bij brand	24
2.4 Detectie van het openen van een nooduitgang	25
2.5 Detectie van het openen van een hulppost	25
3 Hulpposten (C503)	26
3.1 Wettelijk kader	26
3.2 Omschrijving	26
3.3 Inplanting hulpposten	26
3.4 Uitvoering hulpposten	27
4 Rookschermen (C504)	30
5 Leidingverwarming (C505)	31
6 Automatisch repressief systeem (C506)	32
7 Referenties	33
Annex A: Vereenvoudigd schema bluswatervoorziening	34

AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

AFKORTING	VERDUIDELIJKING
interventiedeur	Deur waardoor de brandweer de incidentkoker kan betreden. Interventiedeuren doen bijna altijd ook dienst als vluchtdeur.
bluswatervoorziening	Middelen voor brandbestrijding door de hulpdiensten
fbc	Functioneel benodigde capaciteit
FFFS	<i>Fixed Firefighting System</i> (vast brandbestrijdingssysteem)
RWS	Rijkswaterstaat
SBA	Standaard Bouwkundig Advies

0 INLEIDING

De Vlaamse Tunnelrichtlijn is een verzameling van documenten die ontwerpregels- en richtlijnen voor tunnels omschrijven. De samenstelling van de Vlaamse Tunnelrichtlijn is een werk in ontwikkeling. Stelselmatig zullen er documenten en hoofdstukken toegevoegd en geüpdatet worden.

Het wordt aanbevolen om de hoofdstukken 'Omkadering' en 'Tunnelveiligheidsconcept' van de Vlaamse Tunnelrichtlijn door te nemen. Deze bieden inzicht in de gebruikte definities en geven een algemeen overzicht van een tunnelsysteem en de daarbij gedefinieerde rollen. Het hoofdstuk 'Standaarduitrustingen' van de Vlaamse Tunnelrichtlijn geeft een overzicht van welke tunnelvoorzieningen tot standaarduitrusting A, B en C behoren.

Het hoofdstuk 'C500 Brandbestrijding' is een levend document en kan worden aangepast aan voortschrijdend inzicht. Het werd opgesteld door de Commissie Tunnels van het Agentschap Wegen en Verkeer, in onderling overleg met onder meer de Brandweer Zone Antwerpen en Brandweervereniging Vlaanderen. Dit hoofdstuk van de Vlaamse Tunnelrichtlijn is voornamelijk gebaseerd op de Landelijke Tunnelstandaard van Rijkswaterstaat en het Standaard Bouwkundig Advies (SBA): 'Bluswater'¹. Daarnaast werden inzichten uit renovatie- en nieuwbouwprojecten opgenomen in de tekst.

Hoofdstuk 1 (C501) beschrijft de eisen aan de onderdelen van de bluswatervoorziening. De bluswatervoorziening voorziet in alle middelen om ervoor te zorgen dat de brandweer een brand in de tunnel kan blussen.

Hoofdstuk 2 (C502) geeft een overzicht van de detectiemiddelen die voorzien worden om een brand te detecteren in de voertuigkoker.

Hoofdstuk 3 (C503) beschrijft de eisen aan hulpposten.

Hoofdstuk 4 (C504) geeft aan dat er geen eisen aan rookschermen in tunnels worden beschreven, vermits deze niet als onderdeel van de standaarduitrusting voor tunnels beschouwd worden.

Hoofdstuk 5 (C505) beschrijft de eisen aan leidingverwarming.

Hoofdstuk 6 (C506) geeft aan dat er geen eisen aan automatische repressieve systemen in tunnels worden beschreven, vermits deze niet als onderdeel van de standaarduitrusting voor tunnels beschouwd worden.

Hoofdstuk 7 bevat ten slotte de referenties waarnaar verwezen wordt in dit document.

¹ Detobel, M. (2025). *Standaard Bouwkundig Advies (SBA): 'Bluswater'*. Brandweer Zone Antwerpen.

1 BLUSWATERVEROORZIENING (C501)

1.1 WETTELIJK KADER

Het koninklijk besluit van 6 november 2007 betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet², specificeert in artikel 14 de vereisten voor watervoorzieningen als volgt:

In alle tunnels is er watervoorziening aanwezig. Bij de ingangen en in de tunnel zelf, op onderlinge afstanden van maximaal 250 meter, zijn er brandkranen aanwezig. Indien watervoorziening ontbreekt, moet anderszins voor voldoende water worden gezorgd.

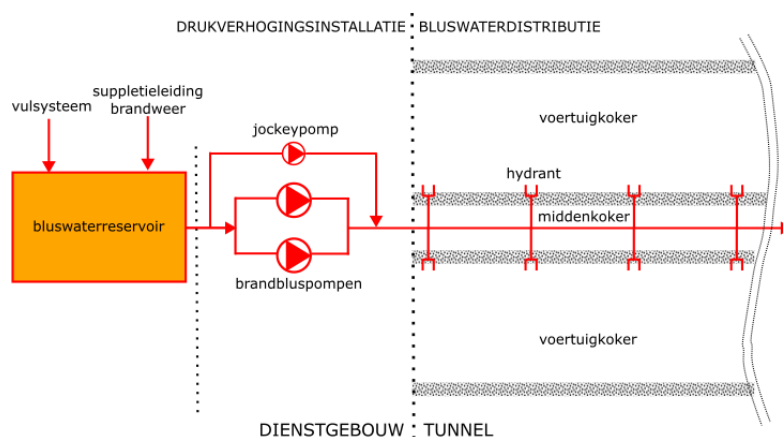
De wetgeving specificeert geen specifieke eisen betreffende druk, debiet, type hydranten, vorstbestendigheid, testprocedures, enzovoort. De Vlaamse Tunnelrichtlijn behandelt de noodzakelijke functionele vereisten en biedt een uniforme uitwerking van de praktische details. Gezien de meeste tunnels in Vlaanderen te maken hebben met hoge verkeersdichtheden en een hoog aandeel vrachtverkeer, zijn de richtlijnen voor de bluswatervoorziening hierop afgestemd.

1.2 OMSCHRIJVING

De bluswatervoorziening (zie Figuur 1-1) bestaat uit:

- het bluswaterreservoir en vulsysteem (§1.3);
- de drukverhogingsinstallatie die door middel van pompen de nodige druk en het gevraagde debiet garandeert om te kunnen blussen en (indien nodig) een stelsel van aanvoerleidingen, die het water van het bluswaterreservoir naar de drukverhogingsinstallatie aanzuigen (§1.4);
- een systeem van bluswaterdistributie (hoofdleidingen en verdeelleidingen) dat het water van de drukverhogingsinstallatie naar de hydranten in de tunnel leidt (§1.5);
- suppletieleiding: deze leiding laat de brandweer toe vanuit een gemakkelijk bereikbaar suppletiepunt het reservoir bij te vullen (§1.6).

De primaire functie van de bluswatervoorziening is het voorzien van voldoende bluswater aan de gepaste druk zodat de brandweer een brand in de tunnel kan bestrijden. Op deze manier biedt de tunneluitrusting ondersteuning bij het hulpverleningsproces en kan de schade aan het tunnelobject beperkt worden.



Figuur 1-1: Schematische voorstelling van onderdelen van een brandblusinstallatie

² Koninklijk besluit van 6 november 2007 betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet. https://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2007/11/09_1.pdf#page=10

Het is van belang te onderstrepen dat de vereisten zoals beschreven in dit hoofdstuk deel uitmaken van een holistische aanpak, welke inzet, procedures, ventilatie en het ontwerp van de tunnel omvat en dat al deze facetten zorgvuldig op elkaar zijn afgestemd.

1.2.1 ACHTERGROND INZETSTRATEGIE

De mogelijkheid tot het bestrijden van een brand in een tunnel hangt niet alleen af van de aanwezige bluswatervoorziening, maar ook van de keuze van strategie en tactiek, de vorderafstand³, de aan- of afwezigheid van een ventilatiesysteem, het tunnelontwerp en eventuele fysieke beperkingen, zoals de onmogelijkheid om in te grijpen via de incidentkoker wanneer deze stroomopwaarts vol wagens staat. Al deze factoren zijn cruciaal voor de brandweer bij het aanpakken van tunnelbranden. In deze paragraaf wordt de achtergrond gegeven die verklaart waarom bepaalde eisen gesteld worden aan de bluswatervoorziening.

De aanwezigheid van ventilatie speelt een sleutelrol; zonder ventilatie kunnen rookgassen de hele doorsnede van de tunnel aan beide zijden van de brand vullen, wat een interventie bij een brand aanzienlijk bemoeilijkt. Het hoofdstuk 'Standaarduitrustingen' en 'C301 Tunnelventilatie' van de Vlaamse Tunnelrichtlijn specificeren de criteria voor het al dan niet voorzien van een ventilatiesysteem in tunnels en de functionele vereisten waaraan zo'n systeem moet voldoen. Indien geen ventilatie aanwezig is, en de brandweer de rook niet kan beheersen met mobiele ventilatoren, dan bestaat de kans dat geen inzet mogelijk is, en de brandweer de brand (gecontroleerd) laat uitbranden.

In 2019 heeft het Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV)⁴ het document *Een literatuurstudie naar brandbestrijding in wegtunnels*⁵ gepubliceerd. De meest interessante conclusies worden hier samengevat.

"Het tot dichtbij naderen van de brand (4-12 m) is vaak moeilijk wegens de extreme hitte die van de brand afstraalt. Oud onderzoek van Persson (1990) toont aan dat de pijngrens van brandweermensen, in stilstand en uitgerust met standaard brandweerkleding, wordt bereikt na vijf minuten blootstaan aan een straling van 5 kW/m² [...]. Bij een straling van 2,7 kW/m² wordt de pijngrens van 43°C niet bereikt, maar bij een straling van 3 kW/m² wordt de pijngrens na ruim 7 minuten wel bereikt en bij reguliere kleding treedt hittestuwing op na 20 minuten. [...]"

"Bij testen met *Heavy Goods Vehicles* (HGV's) in de Noorse Runehammertunnel bleek dat op 10 m van de brand (stroomopwaarts) de straling 9 tot 18 kW/m² was en op 20 m van de brand 2 tot 3 kW/m² (Lemaire, 2004; Lönnermark & Ingason, 2004)."⁶ Deze resultaten werden gemeten bij branden tussen 150-200 MW.

"Kim et al. (2010) onderzochten de optimale (niet de maximale) afstand waarop blusmiddelen effectief zijn in tunnels. Zij concludeerden op grond van experimenten dat voor de effectieve bestrijding van een brand in een tunnel – waar longitudinale ventilatie wordt toegepast – de brandweer idealiter op 4-12 m afstand van de brand zou moeten staan, afhankelijk van straalpijp, druk en debiet."

De literatuurstudie van het NIPV laat zien dat in situaties waar een of meerdere vrachtwagens in brand staan, of wanneer er sprake is van een plasbrand, de brandweer niet altijd in staat zal zijn om vanaf een optimale afstand (4-12 m) te blussen, zelfs niet wanneer longitudinale ventilatie wordt ingezet. Dit komt doordat de hittestraling op die afstand nog te intens is. De brandweer houdt een 'werkgrens' van 3 kW/m² aan, mits zij persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) dragen. Om in dergelijke situaties de brand te kunnen benaderen, dient de

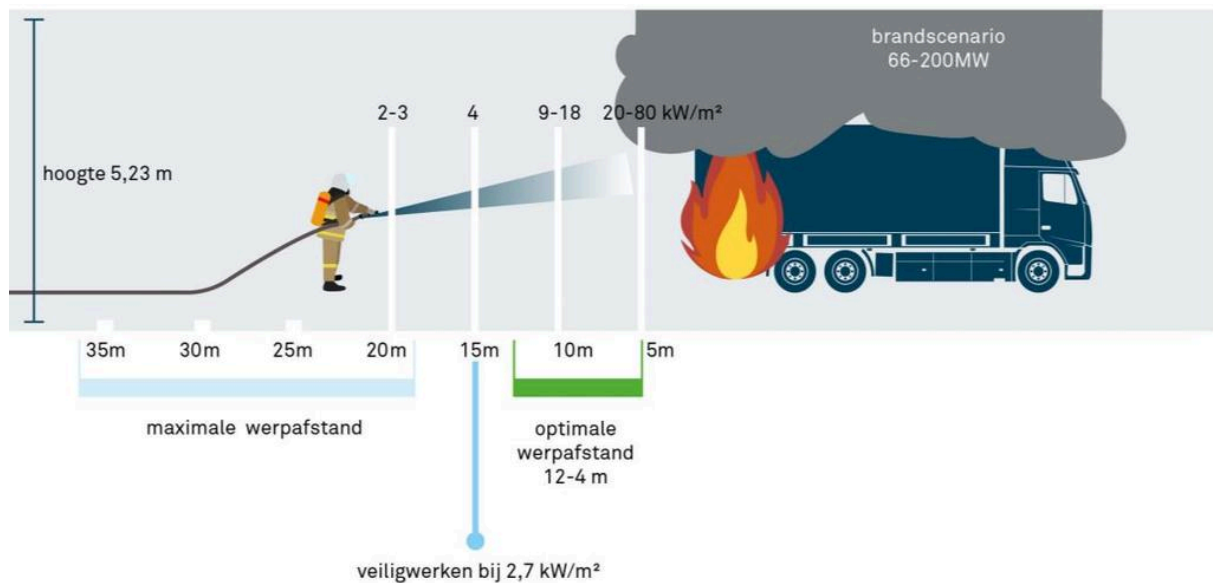
³ De vorderafstand is de afstand tussen de brandhaard en een veilige plaats om de aanval van de brandweer richting incidentkoker op te bouwen.

⁴ Ten tijde van de publicatie van de literatuurstudie waarnaar hier gerefereerd wordt, was het NIPV nog bekend onder de naam IVF (Instituut voor Fysieke Veiligheid).

⁵ Elbers, J.M. (2019). *Een literatuurstudie naar brandbestrijding in wegtunnels*. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid. <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/05/20190429-IVF-Een-literatuurstudie-naar-brandbestrijding-in-wegtunnels.pdf>.

⁶ Kim, H. K., Lönnermark, A., & Ingason, H. (2010). *Effective Firefighting Operations in Road Tunnels*. Fire Technology. SP Report 2010:10, SP Swedish National Testing and Research Institute.

worpafstand van het blusmiddel minimaal 20 m te bedragen. De inzet bij een grote brand wordt weergegeven in Figuur 1-2.



Figuur 1-2: Schematische voorstelling inzet brandweer bij vrachtwagenbrand⁷

In 2025 heeft Brandweer Zone Antwerpen, rekening houdend met bovenstaande redenering en eigen ervaring, een *Standaard Bouwkundig Advies (SBA)* 'Bluswater' opgesteld⁸.

Het SBA behandelt twee maatgevende scenario's:

- **scenario 1:** een beginnende brand (rookontwikkeling onder de motorkap en witte mist in de tunnel);
- **scenario 2:** een vol ontwikkelde brand (5-200 MW).

Indien een beginnende brand in een tunnel snel geblust kan worden (scenario 1) en aldus kan vermeden worden dat deze zich volledig ontwikkelt, kan deze brand nog met relatief beperkt risico voor de brandweer vanuit de incidentkoker benaderd worden. Snelheid is hierbij het codewoord, en die kan het best gewaarborgd worden als de brandweer stroomopwaarts van de brand kan aansluiten op een hydrant binnen de tunnel, zonder dat er een noodzaak is voor eigen drukverhoging of watervoorziening. Dit moet bovendien op een voldoende korte afstand van de brand gebeuren. Er moet op de aansluitpunten binnen de tunnel zelf voor dynamische druk gezorgd worden, en het moet mogelijk zijn om op twee punten tegelijkertijd water af te tappen. Om voldoende worplengte te voorzien dient minstens 4 bar druk aan de straalpijp of monitor voorzien te worden.

Indien een brand al in het ontwikkelingsstadium zit (scenario 2) is volgens de gangbare operationele vuistregel 0,38 l/s⁹ nodig om 1 MW energie te onttrekken. Voor een volontwikkelde brand van 200 MW zou in dit geval 4560 l/min nodig zijn. In het bijzonder bestek MAT46-401-19 van de federale overheid is vastgelegd dat een autopomp een totaal debiet van 4000 l/min kan leveren aan 10 bar. In het SBA 'Bluswater' (2025) wordt vastgelegd dat er 4000 l/min bluswater beschikbaar moet zijn in tunnels. Deze redenering wordt in de Vlaamse Tunnelrichtlijn overgenomen en dus moet de bluswatervoorziening in staat zijn een totaal debiet van minstens 4000 l/min te leveren afgenomen vanuit twee aanliggende aansluitpunten, en minstens 2000 l/min afgenomen vanuit één aansluitpunt.

⁷ Figuur met toestemming van het NIPV overgenomen uit 'Een literatuurstudie naar brandbestrijding in wegtunnels'

⁸ Detobel, M. (2025). *Standaard Bouwkundig Advies (SBA): 'Bluswater'*. Brandweer Zone Antwerpen.

⁹ Detobel, M. (2021). *Operationele testen 09-08-2021 - Bluswatervoorziening Oosterweel*. Brandweer Zone Antwerpen. en Grimwood, P., Sanderson, I.A. (2015). *The County/Metro research into fire-fighting suppressive capacity and the impact on building fire damage at >5000 UK building fires, 2009–2012*. Fire Safety Journal. Volume 71. 238-247

Voor tunnels met een lengte tussen 250 en 500 m uitgerust met standaarduitrusting B of C wordt een totaal debiet van slechts 2000 l/min vereist. De combinatie van onder andere lengte, verkeersintensiteit, vrachtovervoer en ADR-intensiteiten zorgt ervoor dat de kans op een grote brand kleiner is, en dat aanvoer van bluswater in bepaalde scenario's op een andere wijze kan worden voorzien door de brandweer.

Om te verzekeren dat er nog voldoende druk op het water zit, om een worp van 20 tot 30 meter bij gebruik van een straalpijp of monitor te garanderen, dient de druk aan de hydrant voldoende hoog te zijn en de afstand tussen hydranten voldoende klein. Hierbij dient in het achterhoofd genomen te worden dat de statische druk op het leidingnetwerk en aan de hydranten ook niet te hoog mag oplopen. Gezien de statische druk best onder 14 bar blijft, wordt (rekening houdend met de meest courante pompcurves) een dynamische druk van maximaal 10 bar toegestaan.

1.3 BLUSWATERRESERVOIR EN VULSYSTEEM

Er wordt een bluswaterreservoir en vulsysteem voorzien om te garanderen dat de functioneel benodigde capaciteit van het bluswaterreservoir te allen tijde beschikbaar is. De functioneel benodigde capaciteit van het bluswaterreservoir verwijst naar de minimale hoeveelheid bluswater die in de normale gebruikstoestand van de tunnel aanwezig moet zijn om een correcte inzetstrategie van brandbestrijding mogelijk te maken. De minimale hoeveelheid bluswater is afhankelijk van het geëiste bluswaterdebiet (zie [§1.4.1](#)).

FE. C501-001 De functioneel benodigde capaciteit van het bluswaterreservoir dient te garanderen dat gedurende 1 uur bluswater kan afgenomen worden en is afhankelijk van de gebruikte brandblusvoorzieningen in de tunnel:

- indien 4000 l/min als bluswaterdebiet geëist wordt, is dit minimaal 240 m³;
- indien 2000 l/min als bluswaterdebiet geëist wordt, is dit minimaal 120 m³;
- indien bijkomend ook een automatisch repressief systeem (C506) aanwezig is in de tunnel dient deze capaciteit extra opgeteld te worden bij het hierboven geëiste bluswater (240 m³ of 120 m³).

Vanwege mogelijke kleine lekkages en verdamping zal er continu water uit het reservoir verloren gaan. Dit verloren gegane water moet worden aangevuld. Om dit te faciliteren dient het bluswaterreservoir automatisch te worden bijgevuld. Dit systeem kan ook worden ingezet om het reservoir na onderhoud of na het uitvoeren van tests weer aan te vullen.

FE. C501-002 Het brandblusreservoir wordt voorzien van een automatische vulinstallatie die het reservoir van voldoende zuiver water kan voorzien. Deze aansluiting dient ervoor te zorgen dat een leeg reservoir binnen 24 uur gevuld is. De vulinstallatie wordt uitgevoerd met een motorbediende vulafsluiter.

Om te voorkomen dat eventuele vervuilingen in het bassin terug zou kunnen stromen naar de suppletiebron, maakt de inkomende (drink)waterleiding geen contact met het water in het reservoir.

FE. C501-003 Vervuiling van het brandblusreservoir richting de suppletiebron wordt voorkomen.

Bovenaan in het reservoir wordt een overstort gerealiseerd zodat geen wateroverlast kan voorkomen in de omliggende lokalen, of de meetsystemen kan beschadigen. De overstort dient een voldoende grote capaciteit te hebben. De overstort kan afgevoerd worden richting de afvoer van het brandbluspompenlokaal, of rechtstreeks richting de vloeistofopvang en -afvoer van de tunnel.

FE. C501-004 De afvoercapaciteit van de overloopvoorziening is minimaal gelijk aan de capaciteit van de (drink)water-suppletie.

Het bluswaterreservoir wordt continu gemonitord om te verzekeren dat de functioneel benodigde capaciteit te allen tijde beschikbaar is voor het starten van bluswerkzaamheden. Bovendien geeft het systeem bij calamiteit nuttige info aan de verkeersleider die aan de brandweer doorgegeven kan worden. De monitoring van het niveau kan zowel een automatische actie in gang zetten, als een alarm genereren naar de verkeersleider.

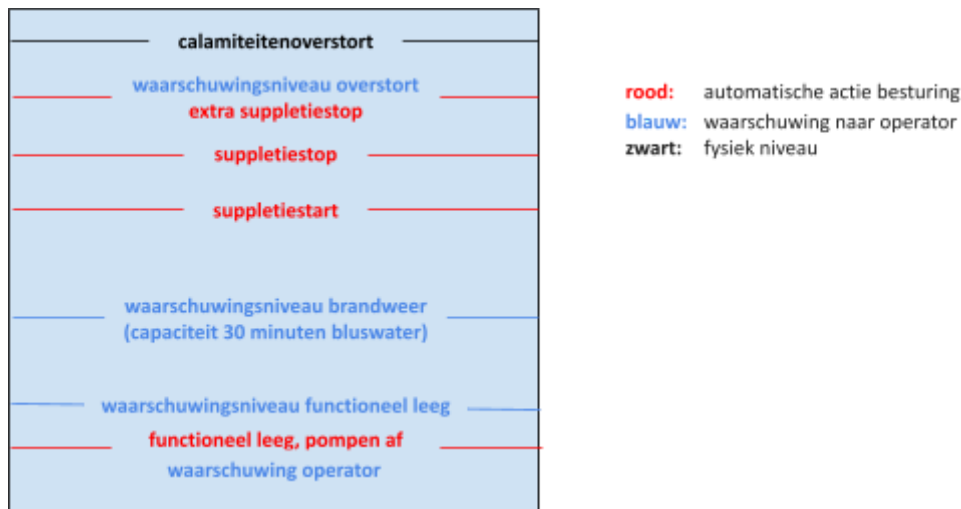
Het waterpeil dient op elk mogelijk moment door de verkeersleider bepaald te kunnen worden, om tijdens blussen het exacte peil van het bluswaterreservoir door te kunnen geven aan de brandweer. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een hydrostatische of ultrasone niveaumeting.

FE. C501-005 Het waterniveau in het waterreservoir wordt door een continu peilsysteem gemeten.

Verschillende niveaus zijn gedefinieerd waarbij een automatische actie in gang gezet wordt of een alarm gegenereerd wordt en zijn weergegeven in Figuur 1-3. Dit zijn volgende niveaus:

- **calamiteitenoverstort:** dit is het niveau waar de fysieke overstort ingebouwd wordt;
- **waarschuwniveau overstort/extra suppletiestop:** het overschrijden van dit niveau geeft een waarschuwing naar de operator dat het reservoir dreigt over te lopen ten gevolge van malfunctioneren van het bluswatersysteem. Het systeem zal eveneens proberen de automatische suppletie stop te zetten;
- **suppletiestop:** het systeem stopt met het automatisch bijvullen van water als dit niveau overschreden wordt;
- **suppletiestart:** het systeem start met automatisch bijvullen van water als dit niveau onderschreden wordt. Het niveau van de suppletiestart ligt 6 m³ hoger dan het niveau van de voorziene functioneel benodigde capaciteit (fbc), met een minimum van 100 mm;
- **waarschuwniveau brandweer:** het niveau dat overeenkomt met de helft van de functioneel benodigde capaciteit. Op dit moment moet de verkeersleider de brandweer waarschuwen om eventueel te starten met het voorzien van extra suppletie;
- **waarschuwniveau functioneel leeg:** bij het onderschrijden van dit niveau dient de verkeerscentrale de brandweer onmiddellijk te waarschuwen dat de pompen elk moment kunnen afslaan. Dit niveau ligt op zodanige hoogte dat de brandweer nog 10 minuten kan blussen (aan 2000 l/min of 4000 l/min al naargelang de bovenliggende eisen) voordat de pompen daadwerkelijk afslaan bij niveau 'functioneel leeg, pompen af';
- **functioneel leeg, pompen af:** het laagje water onder dit niveau dat nog in het bluswaterreservoir staat kan niet meer opgepompt worden. De verkeersleider krijgt een melding dat de brandbluspompen automatisch worden afgezet om drooglopen te voorkomen.

Om te vermijden dat de pompen onterecht afschakelen bij een vals alarm 'functioneel leeg, pompen af' terwijl de brandweer aan het blussen is, dient in de programmatie voorzien te zijn dat eerst de bovenstaande niveaus werden gemeten.



Figuur 1-3: Schematische voorstelling van detectieniveaus in het bluswaterreservoir

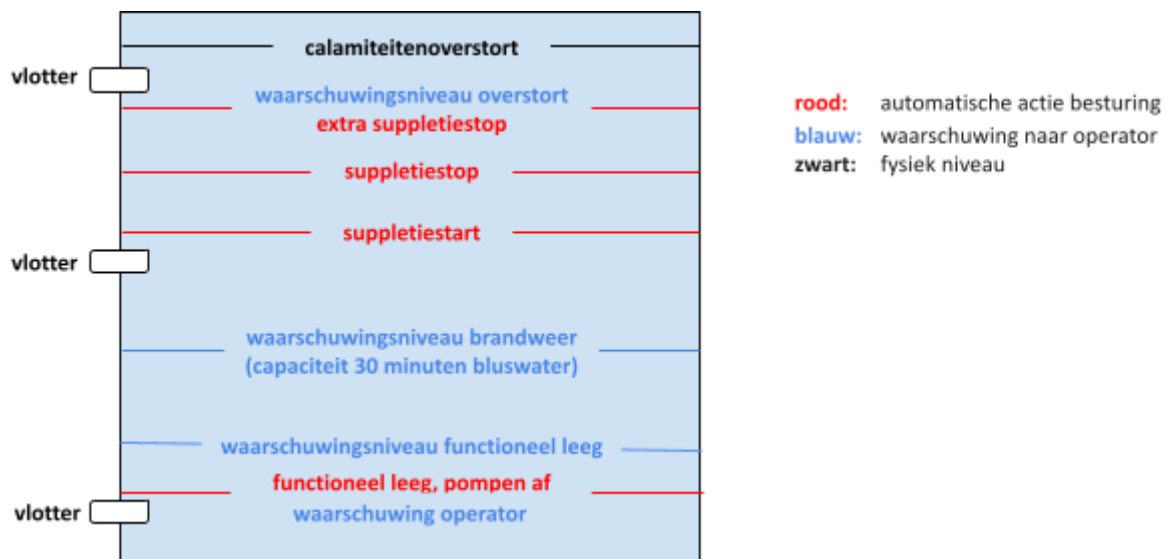
- FE. C501-006** De motorbediende vulafsluiter wordt afhankelijk van het waterniveau in het waterreservoir open of dicht gestuurd. Volgende schakelpeilen worden ingesteld:
- waarschuwningsniveau overstort/extra suppletiestop: bij overschrijding wordt een waarschuwing naar de operator gestuurd en wordt de vulafsluiter dicht gestuurd. Dit niveau ligt 10 m^3 lager dan de onderkant van het niveau van de overloop; met een minimum van 100 mm;
 - suppletiestop: bij overschrijding wordt de vulafsluiter dicht gestuurd. Het niveau van de suppletiestop ligt 10 m^3 hoger dan het niveau van de suppletiestart, met een minimum van 100 mm;
 - suppletiestart: het systeem start met automatisch bijvullen van water als dit schakelpeil onderschreden wordt. Het niveau van de suppletiestart ligt 6 m^3 hoger dan het niveau van de voorziene functioneel benodigde capaciteit (fbc), met een minimum van 100 mm;
 - functioneel leeg, pompen af: het laagje water dat nog in het bluswaterreservoir staat kan niet opgepompt worden. De brandbluspompen worden automatisch afgezet om drooglopen te voorkomen.
- Om te vermijden dat de pompen onterecht afschakelen bij een vals alarm 'functioneel leeg, pompen af' terwijl de brandweer aan het blussen is, dient in de programmatie voorzien te zijn dat eerst de bovenstaande niveaus werden gemeten.

- FE. C501-007** Bij het overschrijden van volgende niveaus in het waterreservoir dient een waarschuwing naar de operator/verkeersleider doorgestuurd te worden:
- waarschuwningsniveau overstort/extra suppletiestop: bij overschrijding wordt een waarschuwing naar de operator gestuurd en wordt de suppletie gestopt;
 - waarschuwningsniveau brandweer: het niveau dat overeenkomt met de helft van de functioneel benodigde capaciteit. Op dit moment dient de brandweer gewaarschuwd te worden dat best gestart wordt met het voorzien van extra suppletie;
 - waarschuwningsniveau functioneel leeg: bij het onderschrijden van dit niveau dient de verkeersleider de brandweer onmiddellijk te waarschuwen dat de pompen elk moment kunnen afslaan. Dit niveau ligt op zodanige hoogte dan de brandweer nog 10 minuten kan blussen (aan 2000 l/min of 4000 l/min al naargelang de

bovenliggende eisen) voor de pompen daadwerkelijk afslaan bij niveau functioneel leeg, pompen af;

- functioneel leeg, pompen af: het laagje water dat er nog in staat kan niet opgepompt worden. De verkeersleider krijgt een melding dat de brandbluspompen automatisch zijn afgezet om drooglopen te voorkomen.

Voor het geval dat het continue peilsysteem faalt, wordt een tweede mechanisch onafhankelijk redundant systeem met vlotters voorzien. De niveaus waarop het systeem met vlotters in werking treden worden zodanig gekozen dat dit enkel in werking treedt als het hoofdsysteem faalt. Figuur 1-4 geeft een schematische voorstelling van de positie van de vlotters in het bluswaterreservoir.



Figuur 1-4: Schematische voorstelling van de positie van de vlotters in het bluswaterreservoir

FE. C501-008 In het bluswaterreservoir zijn ten minste drie vlotters aangebracht als back-up. Deze vlotters nemen de niveauregeling over bij storing van de hydrostatische niveaumeting of het niet functioneren van de besturing.

FE. C501-009 De in-/uitschakelpielen van de 3 vlotters in het bluswaterreservoir worden op volgende niveaus gelegd:

- tussen waarschuwniveau overstort en de onderkant van het fysieke niveau van de overstort zelf -> dichtsturen vulafsluiter en een storingsmelding;
- tussen waarschuwniveau brandweer en suppletiestart
-> opensturen vulafsluiter en een storingsmelding;
- net onder waarschuwniveau functioneel leeg
-> uitschakelen van de brandbluspompen en jockey pomp en een storingsmelding.

FE. C501-010 De vlotterschakelaars in het bluswaterreservoir treden in werking als het hoofdsysteem faalt. Zij geven een storingsmelding naar de operator als ze bereikt worden.

Het bluswaterreservoir dient zo uitgevoerd te worden dat onderhoud van de technieken mogelijk is, alsook een eenvoudige reiniging van het reservoir. Om die reden wordt het reservoir toegankelijk gemaakt, dient men recht op te kunnen staan in een leeg reservoir en wordt het ledigen van het reservoir vereenvoudigd door

hellingsbeton. Indien een groot debiet het bluswaterreservoir verlaat of binnenkomt, creëert dit een luchtverplaatsing. Hiervoor wordt een ont- en beluchter voorzien.

FE. C501-011 De minimale hoogte van een bluswaterreservoir bedraagt 2 m.

FE. C501-012 Een bluswaterreservoir dient waterdicht te zijn. Het bluswater mag niet lekken naar het grondwater of naar andere ruimtes in de tunnel. Een bluswaterreservoir mag niet over een dilatatievoeg lopen.

FE. C501-013 In het bluswaterreservoir dienen obstakels zoals steunpilaren zo veel mogelijk vermeden te worden. Indien zij strikt noodzakelijk zijn, bestaan ze uit ronde cilindervormige palen.

FE. C501-014 In het bluswaterreservoir wordt hellingsbeton naar de aanzuigpunten van de pompen toe voorzien. De helling hiervan bedraagt minimaal 1 % en maximaal 2,5 %.

FE. C501-015 In het bluswaterreservoir worden opgenomen:

- een toegangsluik, dat van buitenaf kan worden afgesloten;
- een ontluchtingsbuis;
- een vaste aluminium klimladder onder een toegangsluik, voorzien van antislip treden;

1.4 DRUKVERHOOGINGSINSTALLATIE EN AANVOERLEIDINGEN

De drukverhogingsinstallatie in een tunnel bevindt zich in het brandbluspompenlokaal en bestaat uit (zie Figuur 1-5):

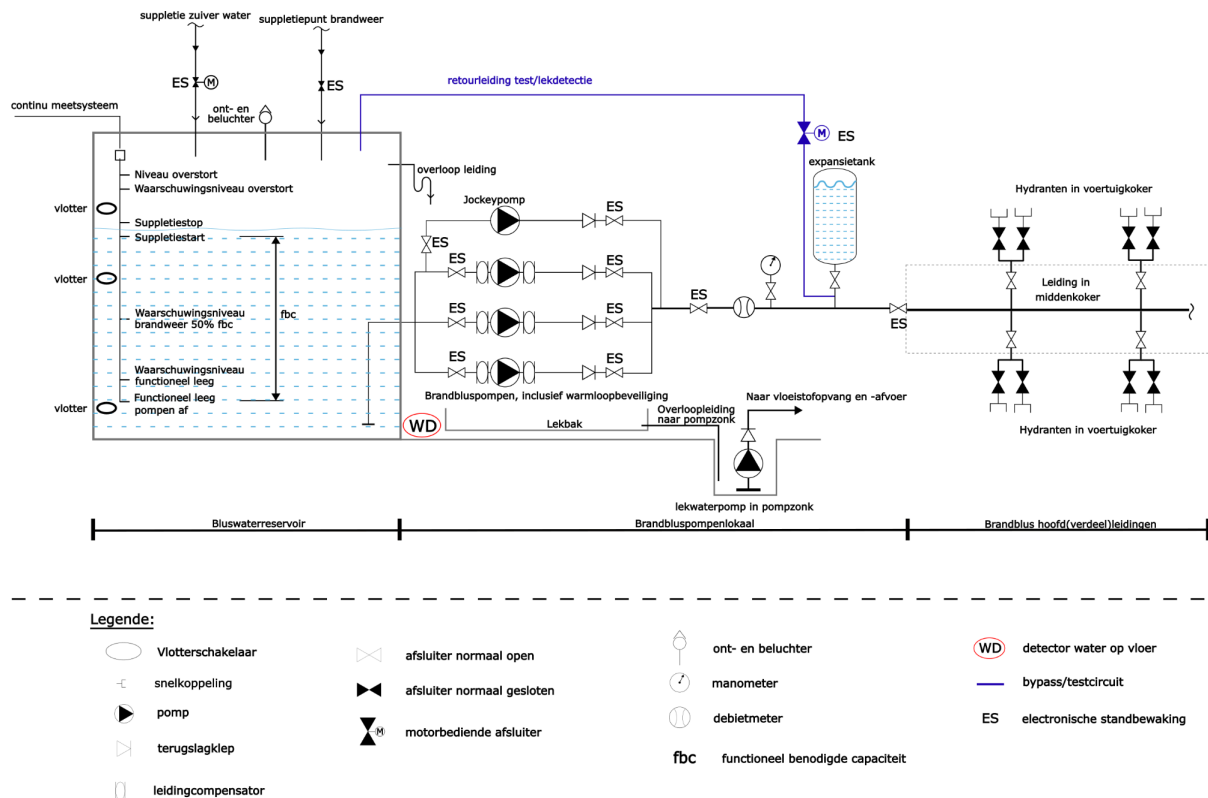
- aanvoerleidingen die het water van het bluswaterreservoir naar de drukverhogingsinstallatie aanzuigen;
- brandbluspompen om het debiet en druk tijdens blussen te verzekeren;
- een jockeypomp die het systeem op druk houdt zolang er niet geblust wordt.

De eisen aan de drukverhogingsinstallatie zijn zodanig opgesteld dat het gehele systeem robuust wordt uitgevoerd en er geen noodzaak is voor complexe sturing, daar dit anders extra componenten introduceert en de faalkans van het geheel vergroot. De eisen die aan de brandbluspompen en het leidingnetwerk worden gesteld zijn grotendeels overgenomen uit de NFPA 20¹⁰ en zorgen ervoor dat:

- er altijd voldoende druk op de leidingen staat en lekkages gedetecteerd worden;
- bij inschakelen van de brandbluspompen zonder waterafname zowel de brandbluspompen als de drukleidingen de statische druk aankunnen;
- de brandbluspompen niet warmlopen bij langdurig inschakelen van de brandbluspompen zonder waterafname;
- een debiet van meer dan 100 % van het normale werkingsdebiet kan geleverd worden door de pompen en dit zonder een te grote drukval;
- dynamische effecten (waterslag) voldoende in het ontwerp kunnen opgevangen worden;

¹⁰ Hoofdstukken 1 tot en met 4, 6, 7 en 14 van de NFPA 20 (2022) zijn met name relevant. Deze secties behandelen onder andere de vereisten voor het vermijden van cavitatie, het voorkomen van het terugstromen van water uit de pomp, de specificaties voor pompcurves en de criteria voor acceptatietests.

- bij uitval van één pomp de drukverhogingsinstallatie nog steeds de gevraagde druk en het vereiste debiet kan leveren.



Figuur 1-5: Vereenvoudigd schema bluswatervoorziening ter illustratie, grotere versie in Annex A

1.4.1 BRANDBLUSPOMPEN

De drukverhogingsinstallatie wordt in het brandbluspompenlokaal geplaatst. De drukverhogingsinstallatie bestaat uit twee of meer brandbluspompen om het nodige debiet en de nodige druk tijdens blussen te verzekeren. Daarnaast is er een jockeypomp aanwezig (zie §1.4.2) om het systeem op druk te houden zolang er niet geblust wordt. Het is essentieel te zorgen dat zowel de pompen als de aanzuigapparatuur steeds gevuld zijn met water en klaar zijn om indien nodig in werking te treden, terwijl tevens wordt gewaarborgd dat de opvoerhoogte niet te groot is.

FE. C501-016 De drukverhogingsinstallatie bestaat uit twee of meer brandbluspompen om het nodige debiet en de nodige druk tijdens blussen te verzekeren.

FE. C501-017 Voor tunnels > 500 m dient de bluswatervoorziening in staat te zijn een totaal werkingsdebiet van 4000 l/min gedurende 1 uur te leveren vanuit twee aanliggende aansluitpunten, en (maar niet gelijktijdig) minstens 2000 l/min afgenomen vanuit één aansluitpunt. Voor tunnels met een lengte tussen 250 en 500 m wordt een debiet van slechts 2000 l/min vereist gedurende 1 uur afgenomen vanuit één aansluitpunt, tenzij het om een tunnel met standaarduitrusting A gaat, waarvoor 4000 l/min gedurende 1 uur aangehouden wordt.

Voor tunnels met een vrachtwagenverbod kan 2000 l/min aangehouden worden, onafhankelijk van de lengte van de tunnel, mits hiervoor toestemming door de brandweer en AWV wordt bekomen.

FE. C501-018 De dynamische druk ter hoogte van de hydranten dient bij afname van het werkingsdebiet aan bluswater tussen 8 en 10 bar te liggen. Als er geen bluswater wordt afgenomen, is de statische druk aan de hydranten maximaal 14 bar.

Het blijkt in de praktijk voor langere en diepere tunnels niet altijd mogelijk om voor alle hydranten over een gehele tunnel in de range van 8-10 bar te krijgen. In dit geval kan ofwel een ondergrens van 6 bar toegelaten worden ofwel drukreducering voorzien worden ter hoogte van de hydranten in het begin/eind van de tunnel, mits toestemming van de brandweer en AWW.

Lucht in de pomp en het ontstaan van cavitatie dient vermeden te worden. Volgende oplossingen kunnen gebruikt worden:

- Gebruik van een droog opgestelde centrifugaalpomp: In dit geval dient de aanzuigzijde van de centrifugaalpomp onder het laagst mogelijke niveau van het water in het bluswaterreservoir te staan om te vermijden dat de aanzuigleiding kan leeglopen of cavitatie in de pomp kan optreden.
- Gebruik van een verticale turbinepomp in een brandbluspompenlokaal boven het bluswaterreservoir.

FE. C501-019 Het ontstaan van cavitatie in de brandbluspomp en leeglopen van de aanzuigleiding dient vermeden te worden.

FE. C501-020 Aan de zuigzijde van de centrifugale brandbluspomp(en) is een centrale zuigleiding aangebracht die tot net boven het vloerniveau van het waterreservoir loopt, uitgerust met een trompetvormig aanzuigstuk voorzien van een zuigkorf. Onder de zuigkorven wordt een kunststof anti-vortexplaat geplaatst, die met behulp van afstandhouders aan de korven wordt vastgemaakt. De zuigleidingen doorheen het gebouw worden zo kort mogelijk gehouden.

Om het mogelijk te maken om één pomp voor onderhoud uit bedrijf te nemen zonder dat dit problemen oplevert, wordt altijd een reserve brandbluspomp voorzien, zodat bij uitval van een brandbluspomp nog steeds 100 % van de voorziene capaciteit geleverd kan worden. Elke pomp wordt voorzien van een werkschakelaar in het brandbluspomplekaal, waarmee elke pomp met een plaatselijke bediening aan- en uitgezet kan worden.

FE. C501-021 Er wordt altijd een reserve brandbluspomp voorzien, zodat bij uitval van een brandbluspomp nog steeds 100 % van de voorziene capaciteit geleverd kan worden.

FE. C501-022 Elke brandbluspomp wordt voorzien van een werkschakelaar, waarmee elke pomp met een plaatselijke bediening aan- en uitgezet kan worden.

FE. C501-023 Het gebruik van softstarters is toegelaten. De bluswatervoorziening dient hierbij wel te bewerkstelligen dat het functioneel benodigde debiet binnen 15 seconden beschikbaar is bij gebruik van een hydrant.

Wanneer de brandbluspompen geactiveerd worden zonder dat er waterafname plaatsvindt, resulteert dit in een hoge statische druk in het gehele leidingnetwerk stroomafwaarts van de pompen. Zowel het leidingnetwerk als de brandbluspompen zelf zijn ontworpen om deze druk te kunnen weerstaan. Om te vermijden dat de pompen warmlopen kan bijvoorbeeld een overdrukklep met retourleiding naar het bluswaterreservoir voorzien worden, zodat de motor gekoeld wordt. De mogelijke drukverlaging door het

activeren van deze koeling mag niet meegerekend worden om de weerstand van het leidingnetwerk tegen de maximale statische druk te bepalen.

FE. C501-024 De brandbluspompen en het leidingnetwerk moeten bestand zijn tegen de druk die ontstaat wanneer de pompen worden geactiveerd zonder dat er water wordt afgenomen. Het leidingnetwerk moet hierop gedimensioneerd worden zonder rekening te houden met de positieve werking van retourleidingen. Hiervoor mag de druk bij werking van de pompen zonder waterafname maximaal 140 % van de druk bij het ontwerpdebiet zijn.

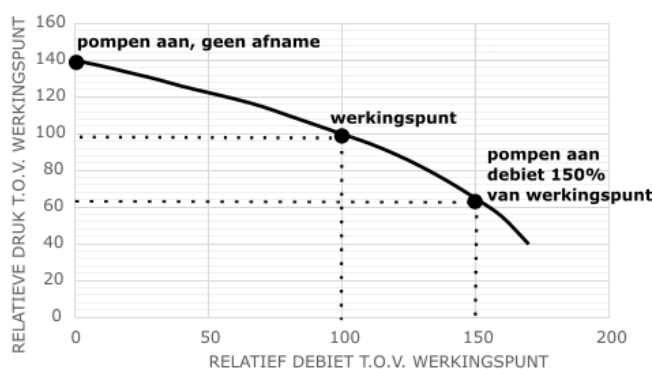
Indien de brandbluspompen draaien zonder dat er waterafname is, wordt de energie die in het water terechtkomt door de draaiing van de pompen omgezet in warmte. Dit mag niet leiden tot beschadiging van de pomp.

FE. C501-025 Het warmlopen van de brandbluspompen op het moment dat deze draaien zonder dat er waterafname is aan de hydranten wordt vermeden.

Het is mogelijk dat er een grotere afname is dan het werkingsdebiet. Ook in dat geval wordt verwacht dat een bepaalde werkingsdruk gehaald wordt.

FE. C501-026 De brandbluspompen moeten bij afname van 150 % van het werkingsdebiet nog steeds minimaal 60 % van de werkingsdruk kunnen garanderen.

Aan beide bovenstaande eisen kan over het algemeen voldaan worden indien de pompcurve vlak genoeg ligt. Figuur 1-6 (overgenomen uit de NFPA 20) geeft de range aan waartussen de pompcurve moet liggen. Deze figuur ligt in lijn met de eisen gesteld aan de statische en maximaal toegestane dynamische druk.



Figuur 1-6: Voorbeeld geschikte pompcurve brandbluspomp

Het onnodig lang laten draaien van de brandbluspompen zonder waterafname is te vermijden. Echter, het vereiste debiet en de benodigde druk moeten direct beschikbaar zijn zodra de bluswerkzaamheden aanvangen. Volgende acties geven aanleiding tot het opstarten van de brandbluspompen:

- de selectie van bedrijfstoestand 'Calamiteit'¹¹ in de verkeerscentrale OF;
- een grote drukval, wat duidt op een waterafname bij een van de hydranten. Hiervoor mag een druk tussen 2 à 4 bar aangehouden worden. Deze eis zorgt ervoor dat de brandweer kan blussen, ook als er geen connectie is met de verkeerscentrale of wanneer de verkeersleider niet adequaat reageert.

¹¹ Voor de definitie van bedrijfstoestanden, zie Vlaamse Tunnelrichtlijn - C800 Besturing, bewaking en bediening

Bij grote drukval dient in ieder geval in het ontwerp gelet te worden dat deze sturing niet interfereert met deze van de 'grote lekdetectie'.

FE. C501-027 Volgende acties geven aanleiding tot het opstarten van de brandbluspompen:

- de selectie van bedrijfstoestand 'Calamiteit' in de verkeerscentrale;
- een grote drukval (tussen 2-4 bar), wat duidt op een waterafname bij een van de hydranten.

Eens de brandweerpompen automatisch aanslaan, blijven ze werken tot er door menselijk handelen ingegrepen wordt.

FE. C501-028 Nabij elke brandbluspomp en de jockeypomp wordt een hoofdafsluiter voorzien. Nabij elke brandbluspomp worden ook leidingcompensatoren voorzien. Genoemde afsluiters en compensatoren zijn trillingsvrij op de vloer afgesteund.

In het brandbluspompenlokaal is het mogelijk dat vloeistoffen lekken uit de pompen en de appendages. Dit dient afgevoerd te kunnen worden richting de vloeistofopvang en -afvoer van de tunnel. De capaciteit van de afvoer is minimaal even groot als de capaciteit van de drinkwater suppletie. Indien dit gravitair afgevoerd kan worden, verkiest dit de voorkeur. Anders kan een pompzonk voorzien worden op het diepste punt van het lokaal met daarin een pompomp. De niveauregeling van deze pompomp gebeurt via een geïntegreerde vlotter of niveausensor.

Indien de afvoer niet naar behoren werkt en er water op de vloer blijft staan, wordt dit gedetecteerd en een alarm gegenereerd.

FE. C501-029 Op het laagste punt van het brandbluspompenlokaal wordt een afvoer richting de vloeistofopvang en -afvoer van de tunnel voorzien. De capaciteit van de afvoer is minimaal even groot als de capaciteit van de drinkwater suppletie. De afvoer kan gravitair of met een pompomp in een pompzonk voorzien worden. Bij detectie van water op de vloer dient een alarm te worden gegenereerd.

1.4.2 JOCKEYPOMP

Door kleine lekkages in het relatief lange leidingsysteem en temperatuurschommelingen kan de systeemdruk dalen en lucht toetreden. Om dit te voorkomen, dient het persleidingsysteem van de bluswatervoorziening met de jockeypomp op druk te worden gehouden, zolang de hoofdpompen niet draaien en er geen afname is van bluswater. Het onderhouden van een beperkte druk in het stelsel van distributieleidingen zorgt ervoor dat lekken in de distributieleidingen en/of de afsluiters van de brandhaspels en de brandkranen kunnen worden gedetecteerd. Het lekdetectiesysteem moet geïntegreerd zijn in de drukverhogingsinstallatie. De lekdetectie dient 'kleine' en 'grote' lekken, zoals verderop gespecificeerd, te kunnen onderscheiden. Bij het detecteren van een groot lek mag de installatie geen water meer toevoegen aan het distributieleidingsnet om zo mogelijke problemen met wateroverlast op de locatie van het lek te voorkomen.

FE. C501-030 De blusvoorziening is voorzien van een jockeypomp om de bluswatervoorziening continu op druk te houden.

FE. C501-031 De druk in het systeem wordt gemeten en voorzien van twee instelbare schakelpunten: 'druk laag' (< 6 bar) en 'druk hoog' (> 8 bar). Als de brandbluspompen niet in bedrijf zijn en er

volgt een melding 'druk laag', dan dient de jockeypomp automatisch in te schakelen totdat 'druk hoog' is bereikt.

FE. C501-032 Als een brandbluspomp wordt gestart, dient de jockeypomp automatisch af te schakelen en de eventuele automatische lekdetectie te stoppen. Wordt een brandbluspomp gestart tijdens lekdetectie, dan hoort dit niet tot een storingsmelding te leiden.

Naast het automatisch uit- en aanslaan van de jockeypomp, dient ook gemonitord te worden of deze niet te veel moet aanslaan. Frequente activatie, waarbij de pomp herhaaldelijk moet ingrijpen om de druk in de leidingen te herstellen, kan wijzen op een lek in het systeem, wat nader onderzoek en onderhoud noodzakelijk maakt. Lekken die minder dan 4 liter per uur bedragen, moeten niet gedetecteerd worden als onmiddellijk probleem, maar lange termijn metingen kunnen uitwijzen dat inspectie van dergelijke kleine lekken toch raadzaam is om toekomstige problemen te voorkomen.

FE. C501-033 Er worden 3 leksituaties gedefinieerd:

- acceptabel lek: lek < 4 liter/uur;
- klein lek: 4 liter < lek < 100 liter/uur;
- groot lek: lek > 100 liter/uur.

De PLC-besturing dient de leksituaties te detecteren op basis van een combinatie van de looptijden en inschakelfrequenties van de jockeypomp. Het klein en groot lek dienen als een storingsmelding te worden gemeld.

Om onderhoud mogelijk te maken aan de jockeypomp wordt deze voorzien van een werkschakelaar, waarmee deze met een plaatselijke bediening aan- en uitgezet kan worden.

FE. C501-034 De jockeypomp wordt voorzien van een werkschakelaar, waarmee deze met een plaatselijke bediening aan- en uitgezet kan worden.

1.5 BLUSWATERDISTRIBUTIE

De bluswaterdistributie omhelst het systeem van hoofdleidingen en verdeelleidingen dat het water van de drukverhogingsinstallatie naar de hydranten in de tunnel leidt. De hydranten worden voorzien op een tussenafstand van 50 m met voldoende druk zodat de brandweer rechtstreeks de slangen kan aansluiten op de hydranten en meteen kan blussen op een veilige afstand.

FE. C501-035 Elke tunnel dient uitgerust te worden met aansluitpunten (hydranten) ten behoeve van de brandweer. De gemiddelde tussenafstand van de hydranten bedraagt 50 m, met een maximaal toegelaten afstand van 60 m. Bij iedere interventiedeur dient binnen een afstand van maximaal 5 meter, gemeten vanaf de interventiedeur in de ontwerprichting, een hydrant geplaatst te zijn.

Daarenboven worden ook hydranten voorzien ter hoogte van de portalen, op een beperkte afstand van de tunnelmond.

Een aansluitpunt wordt voorzien van twee koppelingen DSP 70. Deze diameter laat toe om (al dan niet gelijktijdig):

- een onbemande monitor aan te sluiten ter hoogte van een stroomafwaarts gelegen hydrant;

- een verdeelstuk naar 2 x DSP 45 aan te sluiten om rechtstreeks tot vier persslangen aan te sluiten;
- twee DSP 70 koppelingen via een broekstuk naar een DSP 110 te gebruiken als aanvoer voor een autopomp.

Om een aanrijding van een hydrant te vermijden wordt deze in een nis in de wand geplaatst.

FE. C501-036 Elk aansluitpunt beschikt over twee koppelingen DSP 70 met afsluitkap. Elke koppeling is voorzien van een eigen afsluiter. Op beide koppelingen DSP 70 is het mogelijk om gelijktijdig een verdeelstuk naar 2 x DSP 45 aan te sluiten. Deze koppelingen zijn gepositioneerd op een hoogte tussen 0,8 m en 1,2 m.
De persslangen moeten kunnen gekoppeld worden zodat ze niet onnatuurlijk knikken op het tracé van het aansluitpunt naar de brandlocatie.

FE. C501-037 Het leidingwerk van de bluswatervoorziening dient gedurende 2 uur functiebehoud te hebben, waarbij het bluswater in de brandblusleidingen onder de 80 °C blijft bij brand in de voertuigkoker volgens de RWS-brandcurve. Dit kan worden gerealiseerd door de leiding af te schermen of de leiding zelf bestand te maken tegen deze brand. Uitgezonderd van deze eis is de hydrant nabij een brandend voertuig.

Om te voorkomen dat bij een grote brand net naast een hydrant het falen van deze hydrant tot een onaanvaardbaar verlies van druk en/of debiet zou leiden, wordt voorzien dat elke hydrant in de middenkoker individueel afsluitbaar is (zie Figuur 1-5). Deze hydrantafsluiters mogen zowel in de vluchtkoker als in de leidingkoker geplaatst zijn.

FE. C501-038 Elke hydrant in de tunnel is vanuit de middenkoker of een voor de brandweer toegankelijke technische koker individueel afsluitbaar.

Door het snel sluiten van afsluiters of het uitvallen van pompen is het mogelijk dat waterslag optreedt in de systemen. Er dient ingeschat te worden hoe hoog deze drukken kunnen oplopen en het systeem wordt gedimensioneerd zodat er geen schade optreedt.

Hieronder volgt een lijst van scenario's die best worden beschouwd in de waterslagberekening:

- Plotse uitval van de pompen bij afname van het maximale blusdebiet;
- Plotseling openen van afnameafsluiter;
- Plotseling sluiten van meest kritische afnameafsluiter;
- Slangkoppeling op hydrant springt los tijdens afname van het maximale blusdebiet.

Als meest maatgevende berekening wordt aangeraden zeker rekening te houden met het plotseling sluiten van een monitor aan 2000 l/min in een tijdspanne van 1 à 2 seconden.

FE. C501-039 De bluswatervoorziening dient beschermd te zijn tegen de gevolgen van waterslag en waterslag te beperken. Een waterslagberekening wordt uitgevoerd voor het volledige leidingsysteem. Dit is noodzakelijk om de maximale druk in het distributiesysteem te controleren en te beheersen.

Het leidingnetwerk dient bij indienstname getest te worden op de berekende systeembeproevingdruk gedurende minstens één uur. De systeembeproevingdruk is gebaseerd op NBN-EN 805¹² en dient zowel

¹²Nationaal Bureau voor Normalisatie (NBN). (2000). Watervoorziening - Eisen aan distributiesystemen buitenshuis en aan onderdelen daarvan (NBN EN 805).

rekening te houden met de maximale (statische) druk als de berekende waterslag. De systeembeproevingdruk wordt bepaald door de hoogste van de 2 onderstaande waarden:

- de berekende druk van de waterslag + 100 kPa;
- de kleinste waarde van:
 - (de maximale statische druk + 200 kPa) x 1,5;
 - (de maximale statische druk + 200 kPa) + 500 kPa.

De bluswaterdistributie dient te allen tijde, ook bij vorst, te blijven werken en waar nodig wordt een vorstbescherming voorzien. In afgesloten lokalen en kokers zal de temperatuur normaal niet onder het vriespunt komen door de aardwarmte. De eisen aan de leidingverwarming en -isolatie zijn terug te vinden in [hoofdstuk 5 'Leidingverwarming \(C505\)'](#).

Om onderhoud mogelijk te maken, of indien de leiding toch dreigt te bevriezen, is het mogelijk om de leidingen leeg te laten lopen.

FE. C501-040 De leidingen van de bluswatervoorziening, of delen ervan, kunnen worden geleegd door het water af te voeren via de riolering naar de vloestofkelder(s) op de diepste of laagste punten van de leidingen of delen ervan.

1.6 SUPPLETIELEIDING BRANDWEER

Indien tijdens het blussen het bluswaterreservoir dreigt leeg te lopen, moeten er voorzieningen aanwezig zijn om de brandweer toe te laten hun eigen suppletie te voorzien op het bluswaterreservoir van het bluswatersysteem. De brandweer rijdt dan met een autopomp naar een suppletiepunt en pompt water via het suppletiepunt in de suppletieleiding. De suppletieleiding komt uit in het bluswaterreservoir.

FE. C501-041 Het suppletiepunt voor suppletie door de brandweer wordt bij voorkeur voorzien ter hoogte van een portaal. Indien nodig kan een suppletiepunt ook op andere locaties worden geplaatst, afhankelijk van de meest praktische locatie voor suppletie. In dat geval dient de brandweer zich te kunnen opstellen op een afstand van minder dan 5 m van het suppletiepunt. Hiervoor dient een opstelplaats van minstens 4x20m te worden voorzien.

FE. C501-042 Het suppletiepunt voor de brandweer is uitgerust met:

- minstens twee koppelingen van het type DSP 70;
- een vermelding 'BRANDWEER - VULOPENING BLUSWATERVOORRAAD' in RAL 3020 met minimale afmetingen 250x400mm volgens Figuur 1-7;
- een indicatie van het niveau van de bluswatervoorraad.



Figuur 1-7: Aanduiding van een suppletiepunt

1.7 BEDIENING EN BESTURING

1.7.1 REGIME 'UIT'

FE. C501-043 De drukverhogingsinstallatie dient bij de toestand 'Uit' geen druk te leveren aan het stelsel van distributieleidingen. De brandbluspompen en jockeypompen zijn hierbij uitgeschakeld vanuit de tunnelbesturing.

1.7.2 REGIME 'TESTEN'

FE. C501-044 Voor het periodiek testen van de lekdetectie moet een automatisch testsysteem geïnstalleerd worden. Daarvoor dient vanaf de distributieleiding een retourleiding naar het brandblusreservoir te worden aangebracht, met daartussen een veersluitende (NC) motorbediende afsluiter. Deze leiding dient voor het testen van de automatische lekdetectie. Tijdens een testcyclus wordt de lektetafsluiter kortstondig geopend, waardoor de systeemdruk daalt tot net onder het niveau 'druk laag', waardoor de jockeypomp zou geactiveerd moeten worden.

FE. C501-045 Om de bluswaterpompen zelf periodiek te kunnen testen dient een testvoorziening met retourleiding en debietmeter voorzien te worden.

Figuur 1-5 toont dat beide bovenstaande eisen in een retourleiding kunnen gecombineerd worden.

1.8 BEWAKING

De volgende technische eisen moeten ook worden nageleefd:

FE. C501-046 Alle elektrische apparatuur voor voeding en sturing van de brandbluspomp installatie dient in een voedings- en besturingskast in het brandbluspompenlokaal te worden aangebracht. Hierbij dient de voeding gescheiden te zijn van de besturing.

FE. C501-047 Bij storing 'trillingen' van de pomp, dient de pomp in geval van een calamiteit actief te blijven. De storing dient teruggemeld te worden.

FE. C501-048 Bij storing 'motortemperatuur overschrijding' van de pomp, dient de storing gemeld te worden. De pomp dient te worden afgeschakeld en de redundante pomp dient de functie over te nemen. Indien meer dan één pomp uitvalt, dient dit aan de operator gemeld te worden.

FE. C501-049 Alle afsluiters, behalve die van de aansluiting van elke hydrant op de hoofdleiding (hydrantafsluiter) en de hydranten zelf, zijn voorzien van elektronische standbewaking. Afwijkingen van de defaultstand per toestand dienen als storing gemeld te worden.

2 BRANDMELDINSTALLATIES (C502)

2.1 WETTELIJK KADER

Het koninklijk besluit van 6 november 2007 betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet, specificeert in artikel 17 de vereisten voor automatische detectie als volgt:

In alle tunnels met een bedieningscentrale worden videobewakingssystemen en een systeem van automatische detectie van verkeersincidenten (zoals stoppende voertuigen) en/of branden geïnstalleerd.

In alle tunnels die niet over een controlecentrum beschikken, worden automatische branddetectiesystemen geïnstalleerd indien de mechanische ventilatie voor rookbeheersing anders functioneert dan de automatische ventilatie voor de beheersing van verontreinigde stoffen.

2.2 OMSCHRIJVING

Om incidenten snel en adequaat te kunnen detecteren, worden detectiemiddelen en videobewaking voorzien in de voertuigkoker. In dit hoofdstuk wordt beschreven aan welke functionele eisen de branddetectie in de voertuigkoker moet worden voldaan. De eisen aan branddetectie in de andere ruimtes dan de voertuigkokers staan beschreven in de hoofdstukken 'C704 Brandmeldsystemen' van het document VTR C700 Gebouwinstallaties van de Vlaamse Tunnelrichtlijn.

De volgende sensoren moeten minimaal worden opgenomen om een indicatie te geven van een mogelijke brand:

- zichtmeting voor detectie van rook bij brand;
- detectie van het openen van een vluchtdeur;
- detectie van het openen van een hulppost.

De installatie van extra melders kan echter nooit een reden zijn om de reeds genoemde melders niet te installeren, daar ze niet dezelfde snelle detectietijd kunnen garanderen.

2.3 DETECTIE VAN ROOK BIJ BRAND

Een voertuigbrand in een voertuigkoker leidt tot een verhoogde temperatuur en beperking van de zichtlengte. Deze afwijkingen van de normale situatie kunnen worden gedetecteerd door een brandmeldinstallatie in de tunnel. Op basis van een melding van dit systeem kan de verkeersleider de situatie beoordelen. Indien er sprake is van (een vermoeden van) brand, kan het systeem worden ingesteld op de bedrijfstoestand 'Calamiteit' en vervolgens op 'Evacuatie'.

Zichtmetingen worden ook gebruikt om de luchtkwaliteit in de tunnel te meten en de ventilatoren automatisch in- of uit te schakelen op basis van bepaalde zichtwaarden. Zichtmetingen hebben dus een dubbele functie. Deze aanvullende functie en het totaal van de functionele eisen worden beschreven in hoofdstuk 'C301 Tunnelventilatie' van de Vlaamse Tunnelrichtlijn. Voor een beter begrip van de werking van zichtmetingen wordt ook verwezen naar 'C301 Tunnelventilatie'.

In plaats van zichtmetingen zijn ook andere methoden toegestaan om een beginnende brand te detecteren, mits zij eenzelfde snelheid qua detectie kunnen garanderen. Als grootteorde qua detectietijd kan men ervan uitgaan dat rook aan een snelheid van 2 m/s (snelheid van de tunnellucht die door rijdende voertuigen in de tunnel wordt opgewekt) en met een maximale tussenafstand van 100 m tussen twee zichtmeters de eerste detectie van een beginnende brand na ongeveer 1 minuut moet gebeuren. Naast de detectie van beginnende brand, dient nog steeds een systeem voor het sturen van de sanitaire ventilatie voorzien te worden.

Rook kan ook (al dan niet automatisch) gedetecteerd worden met camera's. Ofwel detecteren de AID-camera's zelfstandig dat er rook is, ofwel neemt een verkeersleider op de beelden rook waar (nadat een AID-camera een

incident heeft waargenomen). De eisen voor detectie via AID-camera's staan beschreven in de Vlaamse Tunnelrichtlijn 'C400 - Verkeer' en 'C600 - Communicatie'.

2.4 DETECTIE VAN HET OPENEN VAN EEN NOODUITGANG

De eisen voor het detecteren van het openen van een nooduitgang staan beschreven in het hoofdstuk 'B400 Tunneluitrusting' van de Vlaamse Tunnelrichtlijn.

2.5 DETECTIE VAN HET OPENEN VAN EEN HULPPOST

De eisen voor het detecteren van het openen van een hulppost staan beschreven in [paragraaf 3 'Hulpkasten \(C503\)'](#).

3 HULPPOSTEN (C503)

3.1 WETTELIJK KADER

Het koninklijk besluit van 6 november 2007 betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet, specificeert in artikel 13 de vereisten voor de hulpposten als volgt:

Hulpposten zijn bedoeld om diverse veiligheidsvoorzieningen te bieden, in het bijzonder noodtelefoons en brandblusapparatuur. Ze zijn echter niet bedoeld om weggebruikers te beschermen tegen de gevolgen van brand.

Hulpposten bevinden zich in een wandkast tegen de zijmuur of, bij voorkeur, in een nis. Zij zijn voorzien van ten minste een noodtelefoon en twee brandblusapparaten.

Hulpposten zijn voorhanden in de nabijheid van de ingangen en in de tunnel zelf, voor nieuwe tunnels op onderlinge afstanden van maximaal 150 meter, en voor bestaande tunnels op onderlinge afstanden van maximaal 250 meter.

3.2 OMSCHRIJVING

Tunnels worden voorzien van hulpposten waarin brandblusapparaten en intercoms worden samengebracht in één kast, zodat deze duidelijk herkenbaar en bruikbaar zijn voor tunnelgebruikers en hulpverleners.

Hulpposten worden voornamelijk ter beschikking gesteld voor de tunnelgebruikers. Bij een (pech)incident kan de intercom gebruikt worden om de verkeersleiding op de hoogte te brengen zodat de hulpdiensten snel opgeroepen kunnen worden, en de gepaste verkeersregelingsmaatregelen getroffen kunnen worden. Bij een beginnende brand kan een brandblusapparaat gebruikt worden om een bluspoging te wagen.

3.3 INPLANTING HULPPOSTEN

FE. C503-001 Indien de rijbaan bestaat uit één of twee rijstroken, wordt de voertuigkoker uitgerust met hulpposten langs één zijde van de rijbaan binnen een langsafstand van 5 meter van elke vluchtdeur. De hulpposten worden bij voorkeur aan de rechterzijde geplaatst, gekeken in de ontwerprichting.

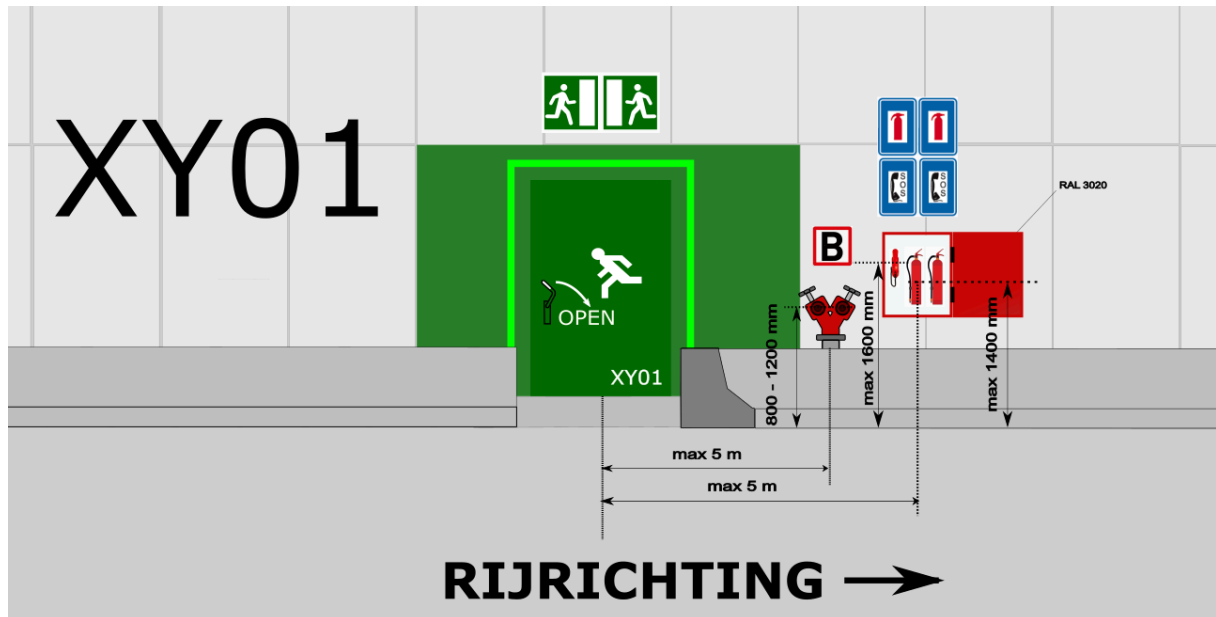
FE. C503-002 Indien de rijbaan bestaat uit meer dan 2 rijstroken, wordt de voertuigkoker uitgerust met hulpposten aan beide zijden van de rijbaan. In de voertuigkoker wordt binnen een afstand van 5 meter van elke vluchtdeur een hulppost geplaatst, gemeten vanaf de vluchtdeur in de ontwerprichting.

FE. C503-003 Indien er aan beide zijden van de rijbaan hulpposten zijn aangebracht, worden deze recht tegenover elkaar aangebracht.

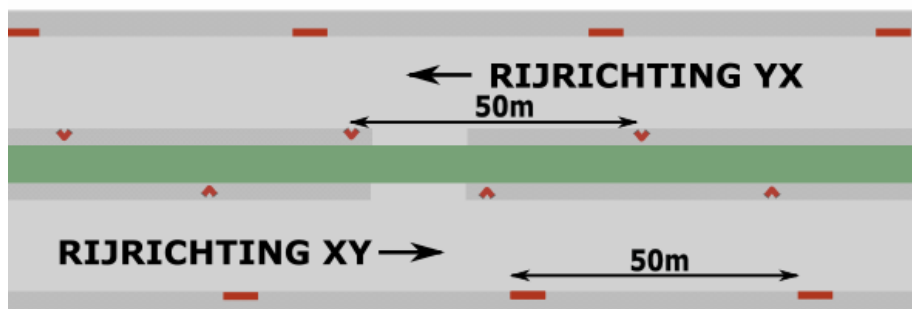
FE. C503-004 De onderlinge afstand tussen hulpposten in de voertuigkoker aan één zijde van de voertuigkoker mag niet groter zijn dan gemiddeld 50 m, met een maximum van 60m.

De positionering van hulpposten en hydranten ten opzichte van een vluchtdeur die dienst doet als interventiedeur wordt ter info in Figuur 3-1 weergegeven. Deze figuur geeft een mogelijke inplanting van een hydrant en hulppost in de middenwand voor een tunnel met een middenkoker en meer dan 2 rijstroken. Figuur

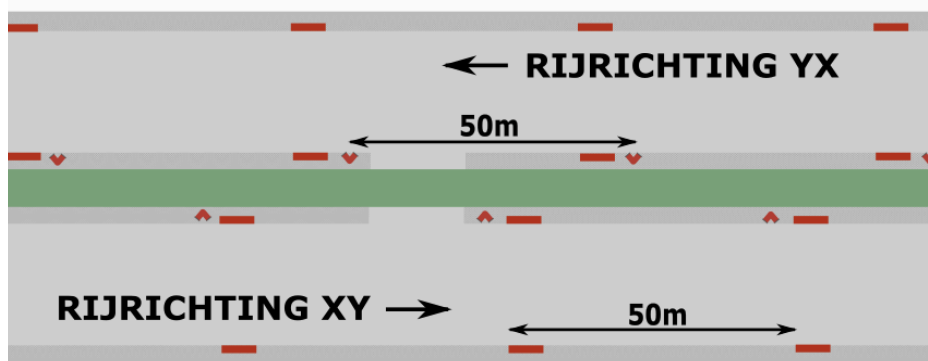
3-2 en Figuur 3-3 geven het bovenaanzicht van een schetsmatige positionering van de hydranten en hulpposten voor respectievelijk een tunnel met één of twee rijstroken en een tunnel met meer dan 2 rijstroken,



Figuur 3-1: Schetsmatige positionering van de hydranten en hulpposten (hier geopend getekend) ten opzichte van een vluchtdoor in een voertuigkoker met meer dan 2 rijstroken



Figuur 3-2: Schetsmatige positionering van de hydranten en hulpposten voor tunnel met één of twee rijstroken, bovenaanzicht



Figuur 3-3: Schetsmatige positionering van de hydranten en hulpposten voor tunnel met meer dan 2 rijstroken, bovenaanzicht

3.4 UITVOERING HULPPOSTEN

Een hulppost wordt uitgevoerd als een kast waar verschillende middelen voorzien worden die door de tunnelgebruiker gebruikt kunnen worden. Door deze middelen bij elkaar te brengen zijn deze snel herkenbaar

in geval van nood. Door de technieken in een kast in een nis te plaatsen, zijn deze beschermd tegen een aanrijding, en zijn deze ook afgeschermd voor de vuile omgeving van een tunnel.

Brandhaspels worden - in navolging van alle buurlanden, behalve Nederland - niet standaard voorzien in de hulpposten. In samenspraak met alle stakeholders kan hiervan afgeweken worden. De kans dat een brand door bestuurders geblust kan worden met een brandhaspel is groter dan bij een brandblusapparaat. Maar indien de brandweer binnen een redelijke termijn aanwezig is (<15 minuten) dan zal deze een brand, die met een brandhaspel uit te krijgen was of te onderdrukken viel, normaal gezien nog steeds zonder te grote problemen kunnen blussen. Indien de aanrijtijden van de brandweer te lang zijn, zou bijvoorbeeld wel kunnen overwogen worden om brandhaspels te voorzien. Brandhaspels worden niet voorzien in een tunnel zonder tunnelventilatie aangezien tunnelgebruikers dan aangezet worden om zich gedurende langere tijd in de rook te bevinden¹³. Indien brandhaspels voorzien worden, worden volgende eisen gesteld:

- indien de rijbaan bestaat uit één of twee rijstroken worden de brandhaspels voorzien in de hulpposten aan de rechterzijde;
- indien de rijbaan bestaat uit meer dan twee rijstroken worden de brandhaspels voorzien in de hulpposten aan de linkerzijde;
- de hulppost wordt met een verwarmingselement uitgerust;
- de brandhaspel dient zo te zijn uitgevoerd dat bij het uitnemen van de spuitmond de brandhaspel automatisch in zijn geheel naar buiten kantelt;
- er is een voorziening om gedurende de eerste 25 minuten schuimvormend middel toe te voegen aan het bluswater van de brandhaspel.

Opdat de (niet-professionele) weggebruiker niet hoeft te kiezen tussen twee typen brandblusapparaat, wordt overal hetzelfde type toegepast. Het type en inhoud van de brandblusapparaten wordt in overleg met de hulpdiensten bepaald, waarbij het voorstel van AWV is om twee schuimblussers te voorzien (één van 9 liter en één van 6 liter). Een hulppost wordt standaard niet voorzien van stopcontacten, maar op vraag van de hulpdiensten kunnen deze toch worden voorzien in de hulpposten aan één zijde.

FE. C503-005 Een hulppost moet de volgende middelen bevatten:

- noodintercom;
- inwendige verlichting;
- 2 draagbare brandblusapparaten voorzien van een BENOR label.

FE. C503-006 Een hulppost die in de buurt van de hydranten staat bevat bovendien de volgende middelen:

- 1 los verdeelstuk van DSP 70 naar 2 x DSP 45;
- een koppelingssleutel DSP 45/70.

FE. C503-007 De hulppost is uitgerust met één scharnierende deur. De deur

- wordt uitgevoerd in metaal in RAL 3020;
- kan drukgolven van vrachtverkeer weerstaan, en sluit de hulppost dusdanig af dat inwendige vervuiling en het genereren van detecties door passerend verkeer wordt voorkomen;
- wordt geopend met een deurklink die verzonken is in de deur;
- kan ten minste 175 graden worden geopend met de rijrichting mee.

FE. C503-008 De maximale verticale afstanden tussen het wegdek en de voorzieningen zijn als volgt:

¹³ In de VRC (veiligheidsrichtlijnen C) uit 2009 staat nog onder *HF 3 samenhang maatregelen*: “slanghaspels worden bij niet mechanisch geventileerde tunnels niet toegepast.”

- Noodintercom: 1,6 m;
- Draagbaar brandblusapparaat: 1,4 m.

Om het aanrijdingsgevaar te verminderen en de zichtafstanden zo groot mogelijk te houden worden de hulpposten in een nis geplaatst in de wand. Zo valt de voorzijde van de hulppost gelijk met de tunnelwand. In de hulppost of in de nis kan zich geen water opstapelen.

FE. C503-009 De voertuigkokerzijde van de hulppost valt gelijk met het vlak van de tunnelwand.

FE. C503-010 De brandwerendheid van hulpposten die zijn ingebouwd in een wand die dient als brandscheiding (bijvoorbeeld tussen de voertuigkoker en de vluchtroute) voldoet aan dezelfde brandwerendheidsklasse als de wand. De wand moet op alle plaatsen voldoen aan de eisen voor brandcompartimentering, ook ter plaatse van bijvoorbeeld doorvoeringen of hulpposten.

FE. C503-011 Elke hulppost wordt uitgerust met een sensor om de open of gesloten stand te detecteren.

4 ROOKSCHERMEN (C504)

Standaard worden geen rookschermen gebruikt in de tunnel.

5 LEIDINGVERWARMING (C505)

Indien leidingverwarming toegepast wordt, is dit waar mogelijk steeds gecombineerd met isolatie rondom de leiding. De leidingverwarming is te realiseren als zelfregelende elektrische verwarmingskabels aan te brengen onder de isolatie. De regeling gebeurt met een aanlegthermostaat, geplaatst tegen het leidingoppervlak en onder de isolatie. Bij een omgevingstemperatuur van -15°C dient de leidingtemperatuur minstens 4°C te bedragen.

FE. C505-001 Leidingverwarming is te realiseren als zelfregelende elektrische verwarmingskabels aan te brengen onder leidingisolatie. De regeling gebeurt met een aanlegthermostaat, geplaatst tegen het leidingoppervlak en onder de isolatie. Bij een omgevingstemperatuur van -15°C dient de leidingtemperatuur minstens 4°C te bedragen.

De verwarmingskabels dienen vóór het aanbrengen van de leidingisolatie op de juiste montage en werking te worden gecontroleerd en het geheel dient te worden beschermd tegen vocht.

FE. C505-002 De verwarmingskabels dienen vóór het aanbrengen van de leidingisolatie op de juiste montage en werking te worden gecontroleerd.

FE. C505-003 De buitenzijde van de leidingisolatie wordt beschermd tegen vocht.

FE. C505-004 Op de afwerking van een leiding met leidingverwarming dienen met een h.o.h. afstand van 25 m stickers te zijn aangebracht met de tekst 'verwarmingskabel 230V Elektrische tracing'.

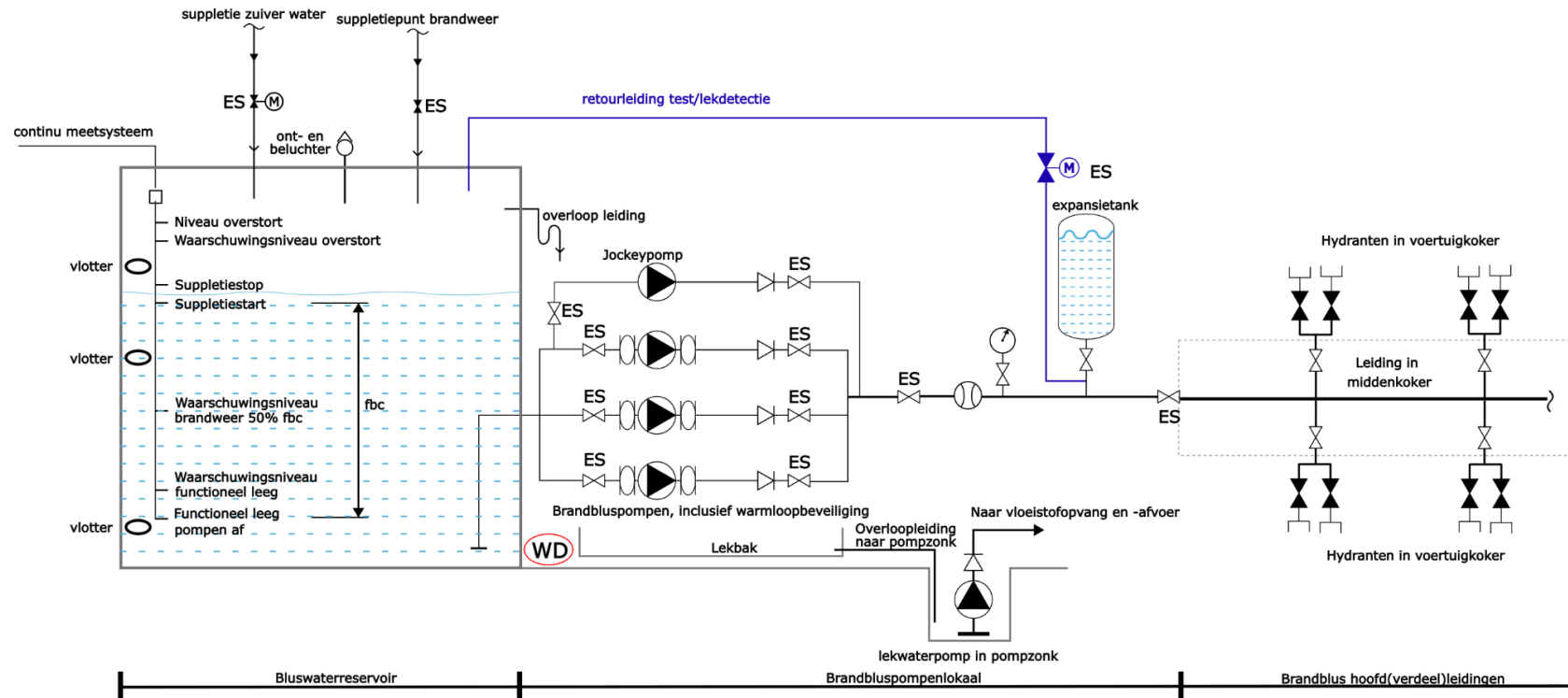
6 AUTOMATISCH REPRESSIEF SYSTEEM (C506)

Standaard wordt geen automatisch repressief systeem gebruikt in de tunnel.

7 REFERENTIES

- Detobel, M. (2021). *Operationele testen 09-08-2021 - Bluswatervoorziening Oosterweel*. Brandweer Zone Antwerpen.
- Detobel, M. (2025). *Standaard Bouwkundig Advies (SBA): 'Bluswater'*. Brandweer Zone Antwerpen.
- Elbers, J.M. (2019). *Een literatuurstudie naar brandbestrijding in wegtunnels*. Arnhem: Instituut Fysieke Veiligheid.
<https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/05/20190429-IFV-Een-literatuurstudie-naar-brandbestrijding-in-wegtunnels.pdf>.
- Grimwood, P., Sanderson, I.A. (2015). *The County/Metro research into fire-fighting suppressive capacity and the impact on building fire damage at >5000 UK building fires, 2009–2012*. Fire Safety Journal. Volume 71. 238-247
- Kim, H. K., Lönnermark, A., & Ingason, H. (2010). *Effective Firefighting Operations in Road Tunnels*. Fire Technology. *SP Report 2010:10*, SP Swedish National Testing and Research Institute.
<https://www.ctif.org/sites/default/files/2018-01/SPreport2010rev.pdf>.
- Koninklijk besluit van 6 november 2007 betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet. *Belgisch Staatsblad*, 9 november 2007, p. 56808-56813.
- Nationaal Bureau voor Normalisatie (NBN). (2000). *Watervoorziening - Eisen aan distributiesystemen buitenshuis en aan onderdelen daarvan (NBN EN 805)*.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2022). *NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2023). *NFPA 25: Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems*.
- Persson, H. (1990). *Basutrustning för skumsläckning: Försöksresultat och rekommendationer som underlag för dimensionering och utförande*. *SP Rapport 1990:36*.
<http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:961689/FULLTEXT01.pdf>.
- Rijkswaterstaat. (2023). *Kader veiligheidsvoorzieningen verdiepte wegen, korte overkappingen en gedeeltelijk gesloten constructies*. RWS-GPO, afdeling Installaties en Bediening, Steunpunt Tunnelveiligheid. <https://standaarden.rws.nl/link/standaard/5562>.
- Rijkswaterstaat. *Landelijke Tunnelstandaard release 1.2 Service pack 2, 27 januari 2023*.
<https://standaarden.rws.nl/link/standaard/6080>.

ANNEX A: VEREENVOUDIGD SCHEMA BLUSWATERVOORZIENING



Legende:

○ Vlotterschakelaar

⚡ snelkoppeling

⬮ pomp

⬮ terugslagklep

⬮ leidingcompensator

⬮ afsluiter normaal open

⬮ afsluiter normaal gesloten

⬮ (M) motorbediende afsluiter

⬮ ont- en beluchter

⬮ manometer

⬮ debietmeter

fbc functioneel benodigde capaciteit

⬮ (WD) detector water op vloer

— bypass/testcircuit

ES elektronische standbewaking