

Standaardbestek 270

DEEL II

Hoofdstuk 53

Tunnels



LIJST NORMEN EN DIENSTORDERS

- [1] “Richtlijn 2004/54/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29/4/2004 inzake minimumveiligheidsvereisten voor tunnels in het trans-Europese wegennet”
- [2] Federale overheid Wet 9/5/2007 en KB 6/11/2007 “betreffende de minimale technische veiligheidsnormen voor tunnels in het trans-Europese wegennet”
- [3] Vlaamse Overheid C-2007/36014 “Decreet betreffende de minimumveiligheidseisen voor tunnels in het trans-Europese wegennet” 1/6/2007
- [4] “Besluit van de Vlaamse Regering betreffende de minimumveiligheidseisen, de wijze van goedkeuring van het ontwerp, de veiligheidsdocumentatie, de ingebruikstelling, de wijzigingen en periodieke oefeningen met betrekking tot de tunnels in het trans-Europese wegennet” 23/11/2007
- [5] Synergrid C2/112 Technische voorschriften voor aansluiting op het HS-distributienet” 25/3/2015
- [6] NBN EN 1839 “Bepaling van explosiegrenzen van gassen en dampen” V2 10/2012
- [7] NBN L 18-003 “Regels van goed vakmanschap voor verlichting van wegtunnels en ondergrondse doorgangen” V1 3/2001
- [8] NBN L 18-004 “Openbare verlichting - Selectie van verlichtingsklassen” V1 2/2012
- [9] CETU “Dossier pilote des tunnels – Equipements” – “Section 4.1 Ventilation” – “5 Conception et dimensionnement de la ventilation”
- [10] PIARC 2012 R05 “Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation”
- [11] Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde “Aanbeveling Verlichting van tunnels en onderdoorgangen”
- [12] CIE 140-2000 “Road Lighting Calculations”
- [13] “Anhang D Leiteinrichtungen” van de “Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln” RABT (2006)
- [14] NBN EN 60598-1 “Verlichtingsarmaturen - Deel 1: Algemene eisen en beproevingen” V9 1/2009
- [15] NBN EN 60598-2-22 “Verlichtingsarmaturen - Deel 2-22: Bijzondere eisen - Verlichtingsarmaturen voor noodverlichting (+ corrigendum) V3 3/1999
- [16] ISO 9227 (2012) “Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests” V3 15/5/2012
- [17] ISO 2143 (2010) “Anodizing of aluminium and its alloys -- Estimation of loss of absorptive power of anodic oxidation coatings after sealing -- Dye-spot test with prior acid treatment”
- [18] NBN EN 10088 “Roestvaste staalsoorten” 11/2014
- [19] NBN EN 1838 “Toegepaste verlichtingstechniek – noodverlichting” 7/7/1994

1 ELEKTROMECHANISCHE INSTALLATIES

1.1 Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk omvat een opsomming van alle elektromechanische technieken in tunnels. Welke technieken dienen opgenomen te worden in een specifieke tunnel of tunneltype, wordt bepaald door de regelgevingen, door de eisen van tunnelveiligheid en door de ontwerprichtlijnen voor tunnels.

Dit hoofdstuk beschrijft de specifieke toepassing van die elektromechanische technieken in tunnels. Meer bepaald zijn ze van toepassing voor voertuigenkokers vanaf 200 m en voor bijhorende reddingswegen en technische lokalen. Toepassing voor voetgangers- en fietserkokers en voor onderdoorgangen maakt geen deel uit van dit hoofdstuk.

De basisvereisten voor deze technieken zijn beschreven in de andere hoofdstukken van het standaardbestek 270.

1.2 Energie

De elektrische uitrusting kan spanningsloos geschakeld worden vanaf de technische ruimte d.m.v. de onderhouds- en incidentbediening (zie **SB270-48b-3.2.7**), ingeval van tunnelcalamiteit en voor zover noodzakelijk, bijv. bij waterblussing.

1.2.1 Inkoop punt energie

Voor de middenspanninguitrusting wordt verwezen naar **SB270-42-1, 2- en 5**. Voor aansluiting op het distributienet, zie ref. [5].

1.2.2 Aarding en bliksem beveiliging

Zie **SB270-42-7.1** en ref. [5].

1.2.3 Laagspanningsverdeling

Zie **SB270-42-6**.

1.2.4 Noodstroomaggregaten

Zie **SB270-42-4.3**

1.2.5 No-break voorzieningen

Zie **SB270-42-4**.

1.3 Verlichting

Zie ook **SB 270.49**.

1.3.1 Tunnelverlichting

1.3.1.1 Tunnelverlichting – Algemeenheden

De zichtbaarheid van inwendig verlichte pictogrammen voldoet aan de eisen van ref [13]. Dit dient aangetoond te worden met de nodige certificaten.

De normen NBN EN 60598-1 (ref. [14]) en NBN EN 60598-2-22 (ref. [15]) zijn van toepassing voor de tunnelverlichtingstoestellen voor zover er verder in onderhavig standaardbestek of in de opdrachtdocumenten geen strengere eisen zijn opgenomen.

1.3.1.2 Tunnelverlichting – Opstelling en sturing

- De uitlijning van de toestellen moet zowel in het horizontale als verticale vlak perfect zijn.
- De tunnelverlichting wordt uitgevoerd met directe symmetrische verlichting, behalve als de opdrachtdocumenten tegenstraalverlichting toelaten voor de ingangzone.
- Voor de basisverlichting worden LED-modules in lijnverlichting toegepast. Dit omvat nachtverlichting (verlichtingssterkte volgens NBN L 18-003) en dagregime (12 cd/m^2).
- Voor de versterkte verlichting in de ingangzone worden NaHp-lampen (zie **SB270-49-1.2** voor de lampspecificaties) of LED gebruikt.
- Voor:
 - NaHp (versterkingsverlichting) is de sturing met aan/uit.
 - LED (basisverlichting) is de sturing met dimming.
 - LED (versterkingsverlichting) is de sturing met aan/uit of dimming.
- LED's zijn evenredig over de lengte van de armatuur verdeeld om de uniformiteit te maximaliseren.
- De verschillende regimes worden aangestuurd op basis van de luminantiemeter (zie verder).
- De verdeling van de verlichtingstoestellen over de fasen dient gelijk te zijn. De verdeling over de verschillende fasen dient ook evenredig verdeeld te zijn tussen opeenvolgende armaturen en driverkasten.
- Tunnelverlichting wordt berekend a.d.h.v. NBN L 18-003.

1.3.1.3 Tunnelverlichting - LED

- IP 66 volgens de norm EN 60598/1 en /2-22 voor de LED armatuur en de driverkast (i.e. afscherming van driver, controller,...).
- Het verlichtingstoestel is conform de elektrische isolatieklasse I volgens de norm NBN EN 60-598 (2005). Het is bestemd voor de werking bij 230 VAC en 50 Hz. De arbeidsfactor is hoger dan 0,85.
- De armatuur bestaat uit een behuizing in geëxtrudeerd aluminium afgesloten door een getemperd, zeer harde, transparante glasplaat uit veiligheidsglas met een dikte van 5 mm. De behuizing van de armatuur voor de versterkingsverlichting mag uitgevoerd worden in gietaluminium.
- De armatuur heeft een mechanische weerstand van minstens graad IK 08.
- De elektrische aansluiting van de armaturen wordt verwezenlijkt door een mannelijk en vrouwelijk stekkersysteem. Deze connectoren zijn van het type “halve draai” en hebben een IP 67 beschermingsgraad.
- De aluminium profielen hebben een anodisatie van minimum $15 \mu\text{m}$ en poriëndichting volgens ISO 2143 klasse ≤ 2 .
- De nodige voorzieningen zijn te treffen i.v.m. de uitzetting van de materialen. Er moet bij de installatie hiermee rekening gehouden worden.
- Alle gebruikte kunststoffen zijn nul-halogenen en UV-bestendig.
- De armatuur en de driverkast weerstaan aan een zoutneveltest van 200 h (ISO 9227:2012).
- Er moet een VSA worden gebruikt met een levensduur van minimaal 100 000 h bij 10 % defecten en een $\cos \varphi > 0,95$.
- Hoogwaardige optiek met een optische efficiëntie van minimaal 87 %.
- Elke driver (VSA) of armatuur moet individueel afgezekerd worden met zekering.
- De LED's hebben een levensduur L80 van minstens 100 000 h bij een temperatuur T_s van 85°C en een constante stroom van maximaal 350 mA, op basis van IES LM-80, geëxtrapoleerd volgens IES TM-21. De LED's hebben een minimaal rendement van 139 lm/W bij 350 mA.

- De elementen in aluminium of in een metalen legering moeten worden uitgevoerd in een samenstelling die hen vrijwel ongevoelig maakt voor corrosie. De buitenste delen moeten bovendien een bescherming bevatten door anodische oxidatie of door verf zodat deze delen, na een zoutneveltest van 200 uren (ISO 9227 (2012)), geen sporen van vertering of van oppervlakkige corrosie vertonen.
- Het verlichtingstoestel is conform de elektrische isolatieklasse I volgens de norm NBN EN 60598 -1 (2009) (ref. [14]). Het is bestemd voor de werking bij 230 VAC en 50 Hz. De arbeidsfactor is hoger dan 0,85.
- Er wordt een aangepaste zekering voor het beveiligen van de armatuur voorzien per ballast.
- De aluminium profielen hebben een anodisatie van minimum 15 µm en poriëndichting volgens ISO 2143 (ref. [17]) klasse ≤ 2.

1.3.1.5 Tunnelverlichting - Luminantiemeter

- De luminantiemeter is een elektronisch toestel bestemd voor het meten van de luminantie van de rijweg en zijn omgeving. De meting dient de luminantie weer te geven zoals deze ervaren wordt door een automobilist.
- Aan de ingang van elke koker wordt op stopafstand 1 luminantiemeter geplaatst. De luminantiemeter is gericht naar de tunnelingang en de nabije omgeving.
- Het inschakelen van de verlichting door de luminantiemeters gebeurt met een zekere tijdsvertraging. Deze vertraging dient instelbaar te zijn tussen 0 en 15 minuten. De luminantiemeters zijn uitgerust met minimum 5 instelbare drempelwaarden.
- De verschillende regimes (verlichtingsniveaus) worden automatisch gestuurd door de gegevens van de luminantiemeters.
- Het leveren en plaatsen van de luminantiemeter omvat tevens het leveren en plaatsen van zijn bevestigingsmiddelen.
- Het rechtstreekse uitgangssignaal is 4-20 mA DC.
- Bij installatie worden alle nodige instellingen gedaan voor een perfecte werking.
- Het optisch systeem heeft een openingshoek van maximaal 30°. De brandpuntafstand is regelbaar. Een afscherming beperkt de hoekopening naar boven tot 20°.
- Het geheel van de meeteenheid heeft een spectrale gevoeligheid die dezelfde is als het menselijke oog.
- De gehele meeteenheid wordt opgesteld in een beschermingsomhulsel uit AISI 316 (zie ref. [18]) of Aluminium, IP 65. De luchttemperatuur binnen dit omhulsel wordt steeds op minimum +5 °C gehouden. Bovendien dient de gemeten luminantie onafhankelijk te zijn van de buitentemperatuur en van de bestraling door de zon. Nauwkeurigheid: +/- 3 %.
- De eenheid is ongevoelig voor temperatuurvariaties tussen -20 °C en +60 °C. De gekozen drempelwaarden blijven binnen deze grenzen ongewijzigd.

1.3.2 Verlichting evacuatiewegen

Voor het gedeelte van de evacuatieweg in de voertuigenkokers (de zgn. vluchtweg) is de tunnelverlichting van toepassing. Ingeval van incident 's nachts kan vanop afstand tijdelijk van nacht-naar dagregime worden geschakeld.

Het gedeelte van de evacuatieweg buiten de voertuigenkokers (de zgn. reddingsweg of veilige zone) wordt voor de verlichting aangezien als gebouw met publieke toegang. Daar wordt minimaal noodverlichting voorzien, conform NBN EN 1838 (ref. [19]). Deze wordt voorzien in de vluchtkokers, vluchtrampenhuizen tot en met de buitenzone op het maaiveld waar de vluchtdoer op uitgaat. De verlichting in deze locaties brandt permanent, tenzij andere beperkende eisen worden opgelegd,

- Voeding: 230 VAC en 50 Hz;
- Voeding: interne stroombron;
- Bevestiging: opbouw montage;
- Maximale stroom: 350 mA;
- Connector: IP 67;
- Levensduur LED L90: 60.000 h;
- De groene verlichting moet zichtbaar zijdelings langs tunnelwand zichtbaar zijn.

1.3.4.3 Geleidingsverlichting

Tussen de ingang, uitgang en de nooduitgangen wordt geleidingsverlichting voorzien aan de wand. Deze zijn uitgerust met powerLED's met dominante groene golflengte. Tussenafstand tussen de LED blokjes aan te passen naar een geheel aantal met dezelfde tussenafstand. De tussenafstand varieert tussen 15 en 20 m.

Bij afwezigheid van nooduitgangen, andere dan de tunneluiteinden, wordt dit niet toegepast.

Eigenschappen:

- IP 67;
- IK 10;
- Rechtstreekse voeding: 230 VAC en 50 Hz;
- Smitgietaluminium;
- 2-zijdige LED verlichting.

1.3.4.4 Pictogram SOS en Brandblusvoorziening

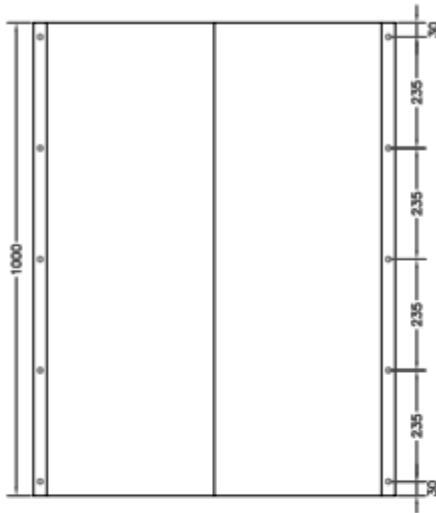
Boven de nissen met noodtelefoon en/of blusvoorziening wordt een nalichtend pictogram voorzien. Deze dubbelzijdige pictogrammen worden uitgevoerd als opbouwarmaturen met haakse wandmontage. De plaat is vervaardigd uit AISI 316L / 1.4404 (ref. [18]) en minimum 2 mm dik.

De volgende aanduiding wordt voorzien: SOS (F62) en/of Brandblusserpictogram (F56).

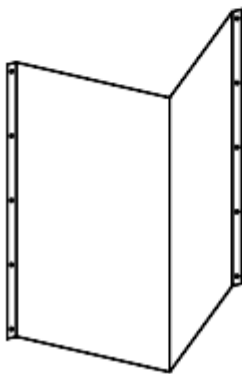
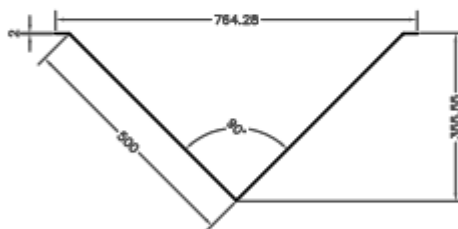
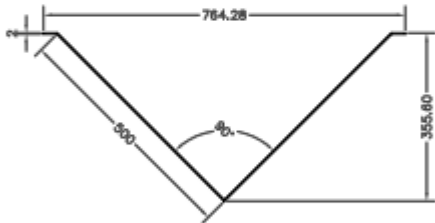
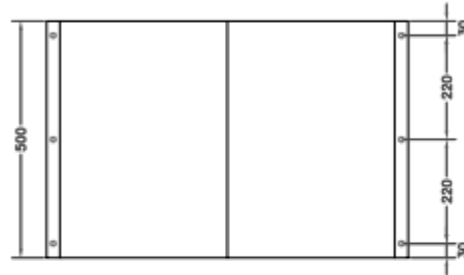
Deze nalichtende borden hebben een minimale fotoluminescentiedichtheid van 30 mcd/m² na 60 minuten op basis van volledige oplading. De pictogrammen worden afgewerkt met transparante beschermlaag.

Twee volgende figuren geven de afmetingen (in mm) weer.

Dubbele opstelling



Enkele opstelling



1.3.4.5 Afstandspictogrammen tussen nooduitgangen (nalichtend, niet inwendig verlicht)

Om de 25 m wordt er een pictogram (F52bis) voorzien met afstand naar de dichtstbijzijnde nooduitgang (uiteinde van de tunnel indien dit de dichtstbijzijnde nooduitgang is).

Deze nalichtende borden hebben een minimale fotoluminescentiedichtheid van 30 mcd/m² na 60 minuten op basis van volledige oplading. De pictogrammen worden afgewerkt met een transparante beschermlaag.

Minimum afmetingen zijn 800x400 mm met letterhoogte 100mm.

1.3.4.6 Verkeersgeleidingsverlichting

Zie SB270-53-1.2.4.

1.3.5 Evacuatieverlichting

Zie SB270-53-1.3.2.

1.4 Ventilatie en pompinstallaties

1.4.1 Ventilatoren

- Een brandweerstand van 1 h bij een temperatuur van 400 °C.
- De ventilator voldoet aan IP 55 volgens IEC 34-5.
- Ventilatoren worden unidirectioneel uitgevoerd.
- Constante normale werking tussen -20 °C en 50 °C.
- Isolatieklasse H.
- Maximaal toerental: 3000 /min.
- Maximale geluidsproductie van 85 dB(A) op 2 m hoogte van het looppad/wegdek van de ventilator bij een frequentie van 1000 Hz en een referentievermogen van 10 -12 W.
- De opstellingsplaats van de ventilatoren wordt optimaal gekozen, zodat afbuigroosters niet noodzakelijk zijn.
- De ventilatoren worden uitgerust met geluidsdempers.
- De steun/ophangingsonderdeel en de bevestigingsmiddelen zijn bestand tegen een temperatuur van 400°C gedurende 1 uur zodat de ventilator binnen die tijd niet kan uitvallen.
- De motoren zijn geschikt voor bedrijfstype S1. De ventilator is daarenboven opgevat om continu te blijven werken gedurende 60 minuten bij een temperatuur van 400 °C. Dit wordt gestaafd door een proefattest op een zelfde type ventilator als degene die geleverd wordt.
- De ventilator wordt in een ronde behuizing geplaatst. De behuizing van ventilator, ophanging, bevestiging en dempers worden uitgevoerd in staal en warm thermisch verzinkt minimaal 70 micrometer (volgens ISO 1461) en meerdere lagen epoxy, minimale totale behandelingsdikte >130 micrometer. RAL 7004. De waaier wordt gegoten uit lichtmetaal (Al) of roestvrij staal. Deze wordt dynamisch uitgebalanceerd volgens klasse G2.5 (ISO 1940-1-2003). Hij wordt rechtstreeks aangedreven door de motor met een gemeenschappelijke as. De schoepen worden getest met ultrasoon en penetrant onderzoek.
- Er worden geen softstarters voorzien, de motor is geschikt voor rechtstreekse aanloop. De lagers zijn bepaald voor een bedrijfsduur van L10 >20000 h zonder bijsmering.
- De beschermingsgraad van de motor is IP 55. De ventilator mag geen werkschakelaar hebben.
- Elke ventilator wordt bevestigd op minimum 4 trillingsdempers.
- Volgende attesten worden geleverd:
 - Attest 2.2 (EN 10204) van typeproeven van de motor voor normale werking (opwarming, rendement).
 - Attest 3.1.B (EN 10204) van typeproef voor werking van 60 minuten bij 400 °C.
 - Attest 3.1.C (EN 10204) van performantietest volgens ISO 13350 op 1 ventilator.
 - Attest 2.2 (EN 10204) van dynamische uitbalanceringsproef voor elke ventilator.
 - Attest 2.2 (EN 10204) van het geluidsniveau en het spectrum in octaafbanden

1.4.2 Tunnelventilatie – calamiteitbestrijding

Zie SB270-53-1.4.3.

De tunnelventilatie kan vanop afstand uit- of ingeschakeld worden ingeval van tunnelcalamiteit. Welk debiet nodig is, welke besturingsmogelijkheden moeten voorzien worden en welke handmatige bedieningen wanneer opportuun zijn, wordt bepaald door de brand- en evacuatiestudies, die hun concrete neerslag krijgen in het calamiteitenbestrijdingsplan (CBP) en het bijzonder nood- en interventieplan (BNIP). De tunneloperator bedient de ventilatie overeenkomstig het CBP, de bevelvoerende brandweercommandant kan de tunneloperator bevelen de ventilatie uit- of in te schakelen.

De opdrachtdocumenten specificeren de functionele eisen en het ventilatiedebiet.

1.4.3 Tunnelventilatie - emissie / luchtkwaliteit

1.4.3.1 Tunnelsensoren

- De zichtbaarheid wordt om de 150 m gemeten.
- De zichtfactor k wordt rechtstreeks in de tunnelkoker gemeten d.m.v. transmissie analyse. Dit met zender en ontvanger.
- Indien NO_2 concentratie wordt gemeten gebeurt dit d.m.v. spectroscopische analyse (DOAS, Differential Optical Absorption Spectroscopy) en niet met een correctiefactor op basis van andere stoffen/metingen.
- Indien CO concentratie wordt gemeten gebeurt dit d.m.v. infrarood.
- Gecombineerde sensoren zijn toegelaten: meerdere concentraties op een welbepaalde plaats meten met een “gecombineerd” toestel.
- De sensoren worden aan de tunnelwand gemonteerd op correcte hoogte. Elke sensor heeft voor elke meetwaarde een uitgang van 4-20 mA.
- De nauwkeurigheid van de meting is tenminste 5 % van de maximum meetwaarde. Het stroomsignaal wordt doorgestuurd naar de PLC.
- Sensoren, en alle toebehoren: IP 65 en RVS 1.4571
- Minimaal meetbereik en maximale afwijking:
 - NO_2 : 0 ... 3 ppm +/- 0,05 ppm
 - CO : 0 ... 300 ppm +/- 2 ppm
 - k : 0 ... 0.015 /m +/- 0,0008/m
 - T : -20°C...+55 °C
- De meettoestellen moeten slechts 1 maal per jaar geïnspecteerd en onderhouden worden. Ze beschikken over een automatische vervuilingdetectie en compensatie (automatische herkalibratie) en geven bij grenswaarden een alarm.
- Na de indienststelling zullen de drempels kunnen worden aangepast via het afstandsbewakingsstelsel aan de hand van de reële meetwaarden.

1.4.4 Overdrukventilatie in kelders en pompputten

- Natte pompkelders worden voorzien van natuurlijke ventilatie. Dit wordt uitgevoerd met twee diametraal t.o.v. elkaar geplaatste buizen met een lengteverschil van minstens 0,5 m.
- De droge pompzaal wordt luchtdicht afgesloten t.o.v. de natte pompkelder.

1.4.5 Pompinstallaties

Zie **SB270-45-2**.

De pompinstallaties kunnen vanop afstand uitgeschakeld worden ingeval van tunnelcalamiteit.

1.5 Verkeer

Enkel de systemen die specifiek betrekking hebben op de voertuigenkokers en de zones aan de tunnelfronten zijn opgenomen. Deze die betrekking hebben op de open weg algemeen zijn terug te vinden in de hoofdstukken **SB270-50** en **51**. Het tunnelontwerp bepaalt de afbakening tussen beide.

1.5.1 Verkeerssignaleringsysteem

- Pijl / kruis signalisatie
- RSS-borden (variabele borden)

Zie **SB270-50.1.2** resp. **1.5**.

1.5.2 Verkeerregelininstallatie

Zie **SB270-51-1.1., -1.2**.

De verkeersregelininstallaties voor en na een gewestwegtunnel kunnen deel uitmaken van de verkeersomleiding bij geplande tunnelwerken of bij tunnelincidenten.

1.5.3 Detectiesystemen

Verkeersdetectie, hoogtedetectie: zie opdrachtdocumenten.

1.5.4 Slagbomen

Zie opdrachtdocumenten.

1.5.5 Doorsteken

Voor calamiteitendoorsteken (CADO; d.w.z. doorsteken t.b.v. de hulpdiensten vlak voor het tunnelfront) en verkeersdoorsteken (d.w.z. doorsteken voor tijdelijk afleiden van verkeer door de tegenkoker): zie opdrachtdocumenten.

1.6 Brandbestrijding

1.6.1 Brandblusinstallaties in tunnel

Zie opdrachtdocumenten.

1.6.2 Brandmeldinstallaties in tunnel

De noodintercom dient als brandmeldinstallatie in de voertuigenkokers. In andere ruimten wordt brandmelding voorzien conform de regelgeving voor brand in gebouwen.

1.6.3 Hulpposten

Twee types van hulpposten komen voor in tunnels: a) een gesloten noodniskast, b) een open nis. De gesloten noodniskast bevat min. de noodintercom, een poederblusser, een stopcontact 230 VAC, een stopcontact 3 fasig 380 VAC. Een open nis bevat min. een hydrant of/en een poederblusser. Voor specificatie van de noodniskast en zijn uitrusting, zie opdrachtdocumenten; voor de noodintercom, zie **SB270-53-1.4.7**.

1.7 Communicatie

1.7.1 CCTV-camerasysteem

De opdrachtdocumenten bepalen de vereiste cameradekking i.f.v. de gewenste herkenbaarheidsgraad:

- Bewaking (een persoon moet minstens 5 % van de beeldhoogte innemen; beeldhoogte max. 32 m)
- Detectie (een persoon moet minstens 10 % van de beeldhoogte innemen; beeldhoogte max. 16 m)
- Herkenning (een persoon moet minstens 50 % van de beeldhoogte innemen; beeldhoogte max. 3,2 m)
- Identificatie (een persoon moet minstens 120 % van de beeldhoogte innemen; beeldhoogte max. 1,33 m).

Gezien de privacy- en camerawetgevingen van toepassing zijn, moet aan de tunneltoegangen het wettelijk vereiste bord worden voorzien.

CCTV in tunnels is een veiligheid kritische techniek gezien het belang voor incidentbeoordeling, -opvolging en -lokalisatie. Daarom zijn voor cameradekking in tunnels bovendien volgende overwegingen in acht te nemen:

- Meervoudig gebruik: dezelfde vaste camera's worden zowel voor CCTV (op zicht) als voor incidentdetectie gebruikt, in mindere mate trafiekmeting. De ideale cameraopstelling is verschillend voor die verschillende toepassingen, dus een compromis is te bepalen.
- Aantal rijstroken: bij meer dan 2 rijstroken is aangewezen om camera's links en rechts te plaatsen om occlusie door vrachtwagenverkeer te beperken. De dekking van linker- en rechtercamera's is dan deels overlappend
- Positie van de evacuatiewegen (wo. nooddeuren): bij incidenten moeten de evacuatiewegen kunnen gevisualiseerd worden door ofwel de vaste camera's, mits ze zicht geven op de reddingsweg. Bijv. een nooddeur rechts in de tunnelwand wordt best door een camera links en dwars op de rijrichting gevisualiseerd. Ofwel door bijkomende PTZ-camera's die naar die evacuatiewegen kunnen worden gepositioneerd (presets). Vaste camera's links geplaatst bieden onvoldoende zicht op een nooddeur links.
- Behoud van voldoende dekking bij uitval van de helft van de camera's: bijv. met de vaste camera's kan enkelvoudige dekking gegarandeerd worden, aan te vullen met PTZ-camera's als terugvalmogelijkheid en om bijzondere locaties te visualiseren (bijv. nooddeuren).
- De netvoeding en netwerkaansluiting van camera's moet gespreid worden over minstens twee voedingskringen resp. netwerkswitches, zodat bij uitval nog minstens de helft overblijft.
- De visuele tunnelbewaking werkt per tunnelsector van ca. 70 m: voldoende camera's per sector moeten voorzien worden om de sector te visualiseren tot herkenningsniveau en rekening houdend met uitval van camera's. De tunneloperator gebruikt visualisatie van een tunnelsector voor incidentanalyse, bijv. zijn er slachtoffers, is er transport van gevaarlijke stoffen in de tunnel en welk type (lezing van ADR-borden)
- Voldoende dekking houdt ook voldoende verticaal zicht in, niet enkel dekking van de vloeroppervlakte
- De camera's en encoders moeten actief bewaakt worden op hun goede werking. Gezien tunnelonderhoud inherent beperkt is door tijdsbeperkingen voor onderhoud van de voertuigenkokers, is uitval van een op twee opeenvolgende camera's aanvaardbaar; dat is een bijkomende vereiste bij het bepalen van de dekkingsgraad. Zie **SB270-48c-2.1.3**, voor toelichting over het ter beschikking stellen van statusinformatie van camera's en encoders aan het VTC videoplatform, waarmee ze te integreren zijn.
- De buitensector voor de tunnelfronten tot min. 150 m moet ook gedekt, zowel de rijbanen als de verkeersdoorsteken, calamiteitendoorsteken en opstelplaatsen van de hulpdiensten.
- Camera's worden altijd opgesteld in de rijrichting: uit ergonomisch oogpunt is niet wenselijk dat sommige vaste camera's tegen rijrichting opgesteld worden, tenzij dat om technische

redenen niet te vermijden is (bijv. tegenlicht aan tunneluitgang). PTZ-camera's hebben ook de rijrichting als thuispositie.

- Bijzondere zorg is te besteden aan de camerabehuizing om vervuiling van het cameravenster te beperken. Maar ruitenwissers en –sproeiers zijn niet gewenst, tenzij in bijzondere gevallen, in de opdrachtdocumenten beschreven.
- IP-camera's of encoders moeten min. D1-resolutie en frame rate van 25 fr/s tegelijk kunnen ondersteunen.

De opdrachtnemer levert een complete inplantingsstudie af als deel van zijn ontwerpdocs, met inbegrip van cameradekking, types camera's, netwerkimpact, de mogelijke ophanghoogte.

1.7.2 Hoogfrequent installaties (HF-systeem)

In tunnels zijn verschillende radiodiensten met volgende graad van dwingendheid:

- wettelijk verplicht (radiodekking voor de hulpdiensten Astrid),
- vereist (VHF in sommige brandweerzones),
- noodzakelijk (break-in op FM-radioheruitzending) of
- vereist zoals in de opdrachtdocumenten vastgelegd (FM-radioheruitzending, radiodekking voor eigen gebruik door de opdrachtgever bijv. voor onderhoud).

GSM-dekking is voor de weggebruikers nuttig ingeval van tunnelincidenten, maar de voorziening ervan wordt autonoom door de GSM-providers bepaald, dit binnen de verplichtingen van hun concessieovereenkomst.

Daartoe is door de opdrachtnemer vooreerst te bepalen of voor de verschillende radiodiensten, behalve GSM, natuurlijke dekking aanwezig is; zo niet dient een gedeeld radiodistributienetwerk voorzien te worden binnen de publieke tunnelruimten.

Voor radiodiensten in tunnels moet de tunneloperator geïnformeerd worden over uitval, onderhoud en andere werken die die diensten beïnvloeden. Bij geplande werken moet dat min. 3 weken vooraf meegedeeld worden.

Voor het as-built-dossier, zie **SB270-40-3.12.5.** en **3.1.4.** Specifiek voor deze techniek wordt bovendien toegevoegd: meetrapport of voorstudie ivm. de noodzaak tot heruitzending, RF-studie, RF-meetrapport bij oplevering, keuringsattest van Astrid N.V., goedkeuring voor de break-in-installatie van BIPT.

1.7.2.1 Radiodistributienetwerk

Een radiodistributienetwerk bestaat uit radio-ontvangstuitrusting en een radiodistributie-uitrusting. De radio-ontvangstuitrusting bestaat uit antennes die de radiosignalen in open lucht opvangen. De plaatsing van de donorantennes is te bepalen tijdens het ontwerp; voor zover daartoe een antennemast nodig is wordt die gedeeld door alle radiodiensten en opgesteld rekening houdend met de beperkingen uit de bouwaanvraag. De mast is typisch tussen 15 en 25 m hoog en moet voldoen aan **SB270-49- 4;** de levering includeert aarding en antennekabel met attributen, levering van de mast en materialen en de bouwkundige en elektrische installatie, tenzij anders aangegeven in de opdrachtdocumenten.

De radiodistributie uitrusting is een gedistribueerd antennesysteem (Distributed Antenna System DAS) en kan in analoge, digitale of hybride techniek opgebouwd worden:

- Straalkabel (leaky feeder) te bevestigen aan het tunnelplafond of de tunnelwand van de voertuigenkokers;
- Omnidirectionele of gerichte antennes in de tunnelkokers.

Voorkeur gaat naar 1 radiodistributienetwerk dat dekking voorziet in alle vereiste ruimten en voor alle radiodiensten. Dat bepaalt, samen met de tunnelafmetingen, de netwerktopologie en de keuze van techniek.

Het ontwerp dient te gebeuren door een gespecialiseerde RF-ontwerper en conform de geldende procedures en voorschriften van BIPT en van Astrid N.V.

RF-metingen voor oplevering zijn ten laste van de opdrachtnemer.

Ook ten behoeve van efficiënte foutdiagnose moet de opdrachtnemer in staat zijn om volgende metingen uit te voeren en over de nodige apparatuur daartoe te beschikken:

- controle van de SWR en Distance to Fault per radiofrequentieband op de verschillende trajecten tussen antennes, technische ruimte, straalkabel (FM, VHF, TETRA);
- veldsterktemeting: in functie van de positie volgens de lengtes van de tunnelkoker; 2 metingen per stralende kabel of voor een geheel van tunnelantennes (1 voor FM en 1 voor VHF). De veldsterkte wordt gemeten in het volume dat gevormd wordt door 1 meter afstand te houden van respectievelijk de tunnelwanden, de tunnelvloer en het tunnelplafond. De meting gebeurt door een rijdend voertuig en moet kunnen worden uitgevoerd, buiten de tunnelsluitingsperioden.

1.7.2.1.A UITRUSTING IN DE VOERTUIGENKOKERS

De plaatsing en installatie-eisen van uitrusting in de voertuigenkokers m.b.t. de brandwerende plafond laag of wandbeplating wordt bepaald in overleg met de opdrachtgevende overheid.

Zie **SB270-46-1.5.6.** voor kabelspecificaties en voorschriften inzake installatiepraktijk voor stralende kabel, waaronder ophangingshaken.

De kabel wordt opgehangen voor de gunstigste uitstraling naar de voertuigen toe. De uiteinden van de stralende kabel worden loodrecht afgezaagd.

Er wordt gebruik gemaakt van N-type connectoren. Alle connectoren in de voertuigkoker en in de buitenomgeving worden extra beschermd tegen corrosie d.m.v. voorgevormde afscherming. Deze afscherming kan zonder gereedschap worden gemonteerd, is herbruikbaar en verzekert na installatie een beschermingsgraad IP 68.

De ophangingshaken moeten de kabel borgen zodat hij bij aanraking door rijdend verkeer (bijv. loshangend dekzeil) of bij tunnelreiniging niet neervalt; deels moeten het brandstabile haken zijn bijv. door gebruik van een roestvrijstalen band (RVS 316). Ze moeten voldoen aan de norm EN 795 A1 (UL 94V0) en de ISO-temperatuurcurve (tot 1000 °C).

De plaatsingsafstand moet conform de voorschriften van de kabelleverancier gebeuren: aanbevolen wordt om per meter een ophangingshaak te voorzien en max. om de 6 ... 10 m een brandstabile ophangingshaak.

Ook de verankeringen wordt conform de voorschriften van de kabelleverancier geplaatst: aanbevolen zijn ankers van type segmentanker M8 in roestvrij staal (RVS 316). De ankers hebben een functiebehoud bij brand van 90 min., volgens DIN 4102. Voor de bevestigingsdiepte dient rekening gehouden met de aanwezige brandbekleding.

Bij renovatie moet de bestaande straalkabel incl. de oude ophangpunten verwijderd worden en afgevoerd.

Antennes moeten geschikt zijn voor de omgeving qua corrosieweerstand en windbestendige bevestiging (donorantennes buiten, zendantennes in de voertuigenkokers, reddingswegen, ...)

1.7.2.2 FM-Radioheruitzending & Break-in

1.7.2.2.A RADIOHERUITZENDING

De FM-radioheruitzending en het radiodistributienetwerk moeten voorzien in min. 8 FM-kanalen met een groeicapaciteit tot 16. Het concreet aantal kanalen wordt door de opdrachtdocumenten bepaald. De keuze aan FM-kanalen in diverse talen is configureerbaar en afhankelijk van de tunnellocatie.

De FM-kanalen bevatten het RDS-signaal inclusief TA/TP. Op sommige radiokanalen wordt ook in het RDS-signaal TMC-informatie meegezonden met actuele verkeersinformatie.

De spraakbandbreedte is 15 kHz per kanaal.

Op vraag van de opdrachtgever worden er onafhankelijke metingen uitgevoerd door het B.I.P.T. Het is een last van de aanneming om deze metingen te organiseren en eventuele kosten aangerekend door het B.I.P.T. te betalen.

1.7.2.2.B BREAK-IN

Break-in laat de operator toe om bij incident de weggebruikers in hun voertuig toe te spreken via de autoradio, bijv. om aan te manen zo snel mogelijk te evacueren. Potentieel kan break-in ook gebruikt worden om in normale situatie de weggebruikers te informeren, bijv. over filevorming in of na de tunnel. Break-in en publieke omroep zijn complementair, indien aanwezig: het eerste is geschikt voor rijdend wegverkeer en weggebruikers in hun voertuigen, het tweede vooral voor stilstaand verkeer en weggebruikers buiten hun voertuigen.

Per voertuigenkoker wordt 1 break-in zone voorzien. De zones kunnen gelijktijdig verschillende berichten omroepen, automatisch bediend (bijv. voor geconfigureerd bericht vanuit het VTC tunnelbeheer aangestuurd) of manueel.

Break-in gebeurt op alle FM-kanalen tegelijk en via RDS. Het RDS TA/TP-signaal wordt gebruikt om de Cd-speler in het voertuig te onderbreken.

De break-in-functie moet min. 50 verschillende voor geconfigureerde berichten kunnen uitzenden. Dit wordt bij voorkeur gerealiseerd door structurering van de berichten.

De berichtenstructuur is als volgt: een bericht bestaat uit verscheidene deelberichten. Een bericht begint en eindigt met een herkenningssignaal (jingle). Elk deelbericht is de boodschap in één taal; de taalvolgorde en het aantal talen (max. 3) hangt af van de tunnellocatie. Tussen deelberichten volgt een jingle.

Elk deelbericht kan bestaan uit verscheidene frasen: een standaard openingsfrase (bijv. "Aandacht, aandacht ..."), een situeringsfrase (motivatie), een instructiefrase (gewenst gedrag), een slotfrase. Voor geconfigureerde berichten zijn dan vooraf samengestelde berichten, waarbij uit verschillende deelberichten en frasen werd gekozen.

De berichtenstructuur en de standaardberichten worden op aanvraag beschikbaar gesteld door de opdrachtgever. De voor geconfigureerde berichten (deelberichten, frasen) worden door de opdrachtgever aangeleverd in wav-formaat.

Break-in kan ook gebruikt worden voor het omroepen van een auditief alarmsignaal.

De duurtijd van berichten is niet beperkt. De voor geconfigureerde berichten kunnen een instelbaar aantal malen herhaald worden.

Het break-in subsysteem moet een koppelvlak beschikbaar stellen voor integratie met het VTC communicatieplatform voor afstandsbediening en -bewaking. Afstandsbediening omvat zowel aansturing van in het systeem voor geconfigureerde berichten met auditieve feedback, als van ad hoc omroepen van een bericht door de VTC tunneloperator; voor dat laatste is directe feedback niet aangewezen gezien de tijdsvertraging, maar is wel een indicatie gewenst dat het bericht wel degelijk weerklonken heeft.

Toelevering van een aparte bedieningsconsole voor VTC is niet gewenst, maar kan wel gevraagd worden voor bediening vanaf de lokale werkpost van een tunnel, zoals de opdrachtdocumenten zullen opleggen.

Indien ook andere radiodiensten moeten worden voorzien, streeft de opdrachtnemer naar een geïntegreerd ontwerp, behoudens argumenten voor gescheiden oplossingen, aan de opdrachtgever voor te leggen.

De actieve componenten (repeater, eventuele actieve componenten van het radiodistributienetwerk) worden bewaakt door de technische wachtdienst VTC (of bij DBFM-project door de wachtdienst van de opdrachtnemer): hiertoe moet de opdrachtnemer een koppelvlak beschikbaar stellen, waarvoor de opdrachtgever de specificatie oplegt. De opdrachtnemer ondersteunt actief de integratie met het communicatieplatform van het VTC; een afzonderlijke afstandsbewakingsapplicatie die niet geïntegreerd kan worden met het communicatieplatform wordt niet aanvaard.

De opdrachtdocumenten kunnen als bijkomende eis opleggen dat de opdrachtnemer ook Astrid-dekking voorziet in de private ruimten van de tunnel, zijnde de technische lokalen en kokers boven- en ondergronds en in het tunneldienstgebouw. Dit ten behoeve van radiogebruik door onderhoudspersoneel. In overleg met de opdrachtgever wordt de afweging gemaakt welke ruimten dekking moeten krijgen, welke kunnen volstaan met direct mode (DMO) en welke geen dekking behoeven.

1.7.2.3.B VHF

De opdrachtdocumenten bepalen of VHF-radiodekking vereist is en welke frequentieband te gebruiken is. Het ontwerp dient conform te zijn met de voorschriften van het BIPT en van de radionetwerkuitbater.

1.7.2.4 Mobiele operatoren

Er is geen wettelijke verplichting tot GSM-dekking in tunnels, maar het belang ervan voor noodoproep bij incidenten wordt erkend.

De beslissing voor GSM-dekking wordt daarom overgelaten aan de GSM-providers, die dan ook hun eigen oplossing implementeren, los van de overige radiodiensten en –distributie in de tunnel. De opdrachtgever stelt een lokaal, netvoeding en zo gewenst noodvoeding ter beschikking als onderdeel van een concessieovereenkomst.

Voor nieuwbouw en renovatie van een tunnel is de opdrachtnemer verplicht om met de GSM-providers (die eigen infrastructuur uitbouwen) te overleggen over de voorziening van GSM-dekking. Een eventuele antennemast moet verplicht gedeeld worden met de overige radiodiensten. De GSM-providers moeten voldoen aan het standaardbestek 270, bijv. inzake cablage en montage van hun uitrusting in de tunnels van de opdrachtgever.

Als gebruik wordt gemaakt van het radiodistributienetwerk, dan moet dat de GSM-frequentiebanden 900 MHz, 1800 MHz en UMTS-band ondersteunen.

Bij gebruik van antennes moeten deze gedeeld worden door de verschillende providers.

1.7.3 Telefooninstallatie

Zie **SB270-48c-2.2**.

De telefonie betreft de bureautelefonie in het tunneldienstgebouw en de diensttelefonie in de technische lokalen, niet de noodintercoms in de hulpposten van de voertuigenkokers.

1.7.4 Intercominstallatie

1.7.4.1 Noodintercoms

1.7.4.1.A TOEPASSINGEN

Noodintercoms worden geplaatst in de hulppostkasten in de voertuigenkokers en waar nodig langs de reddingswegen (evacuatietrappen en –kokers, aan evacuatie-uitgangen op het maaiveld, aan de tunnelfronten). De vereisten omtrent aantal en plaatsing worden beschreven in de opdrachtdocumenten.

De noodintercoms zijn van het type “intercomnevenpost met één druktoets” en hun uitvoering wordt bepaald door de omgevingseisen en door de spraakverstaanbaarheid.

De (nood)intercoms worden ook gebruikt in voetgangerstunnels, voetgangersliften en roltrappen. Opmerking: voor deze toepassingen worden geen klassieke hoorntelefoontoestellen meer aanvaard.

Voor diensttelefonie worden gelijkaardige toestellen vereist, maar dan van het type “intercomnevenpost met telefoonklavier”, dit in plaats van klassieke telefoons.

De intercoms kunnen optioneel (d.w.z. op vraag in de opdrachtdocumenten) uitgebreid worden:

- met versterkte weergave via de ingebouwde luidspreker, voor gebruik voor publieke omroep in beperkte ruimten (bijv. omroep nabij een evacuatie deur)
- met extra versterker en aparte luidspreker voor gebruik voor publieke omroep (bijv. omroep in een voetgangerskoker)

De toestellen van type “hoofdintercompost” kunnen ingezet worden in een lokale bewakingsruimte, in een meldkamer, ... Naargelang de toepassing kunnen diverse fysieke uitvoeringen gevraagd worden: bijv. met zwanenhalsmicrofoon, met extra luidsprekerversterking, met telefoonklavier, voor handenvrij gebruik.

Functionele basisvereisten zijn:

- klavier voor zowel opnemen bij inkomende oproep als om zelf een oproep op te zetten voor intercom of omroep;
- display voor weergave van het oproepnummer of de oproeplocatie; die data moet beschikbaar blijven na beëindigen van de oproep of heropvraagbaar zijn via het toestel.

Noodintercoms (van het type “intercomnevenpost”) roepen automatisch de bestemming (operator) op door de druktoets te bedienen. De opdrachtdocumenten kunnen voor specifieke toepassingen bijkomende activaties voorzien: bijv. automatisch bij overschrijden van een instelbare geluidsdrempel; bijv. gebruik als dienstintercom (hot line of klavierkeuze).

De oproeper krijgt feedback over zijn oproep, bijv. een aankondigingsbericht, beltoon.

In het communicatieplatform worden bestemmingen voorgeconfigureerd: bijv. noodintercoms in voertuigenkokers naar de provinciale meldkamer CICxxx (101); bijv. intercoms in voetgangerskokers, aan liften en roltrappen naar het VTC. Het communicatieplatform of zijn aanpassing is geen van de opdracht.

Als een noodintercom wordt bediend moet een operationeel alarm doorgegeven worden naar de VTC tunneloperator. Dat kan via het communicatieplatform aan het tunnelbeheer worden doorgemeld of via een tunnel-PLC. Het koppelvlak van de toestellen voorziet hierin.

Indien geconfigureerd, kan de operator ook zelf een intercomnevenpost oproepen, bijv. om iemand toe te spreken die (op zicht via CCTV) in de buurt staat, bijv. voor een beperkte omroep toepassing.

1.7.4.1.B SPRAAKVERSTAANBAARHEID

Alle toestellen ondersteunen een spraakbandbreedte van min. 7 kHz.

In het gesloten tunneldeel moet het volume van de communicatie automatisch worden aangepast aan het omgevingsgeluid. Het geluidsniveau moet 10 dB boven het omgevingslawaaai uitkomen, maar beperkt blijven tot max. 106 dB.

De opdrachtgever kan in de opdrachtdocumenten een kwalitatieve verstaanbaarheidstest vragen om de verstaanbaarheid uit te testen van de intercom-communicatie in realistische omstandigheden.

1.7.4.1.C TECHNISCHE SPECIFICATIES

Volgende specificaties gelden voor hoofd- en nevenposten.

- full duplex handsfree communicatie met hoog volume;
- IP65, vandaalbestendig (bijv. IK08);
- temperatuurbereik -20°C ... +60 °C;
- 2 digitale ingangen, 2 digitale uitgangen (relais);
- Ethernetaansluiting 100 Mb/s RJ45;
- elektrische voeding Power over Ethernet (PoE, IEEE 802.3af) en optioneel ook 24 VDC extern;
- audiokwaliteit min. 7 kHz; G.722 en G.711 codecs (die laatste voor compatibiliteit met een klassieke PABX);
- automatische aanpassing van de versterking en ruisonderdrukking t.o.v. het omgevingslawaaai (bijv. in een tunnel op basis van ingebouwde meetmicrofoon);
- Ondersteunde protocols: SIP (RFC 3261); IPv6 ready, IPv4, TCP, UDP, HTTP, RTP, RTCP, DHCP, SNMPv2;
- SNMP V2 voor technische afstandsbeveiliging;
- configuratie en firmware update bij voorkeur vanop afstand uit het VTC communicatieplatform, maar een geïntegreerde web server wordt aanvaard;
- ondersteuning van de automatische testprocedure vanop afstand (vanuit de intercomcentrale), zowel voor testen van de signalisatie en voor round-trip testen van de spraak zonder lokale aanwezigheid;
- optioneel (d.w.z. waar gevraagd in de opdrachtdocumenten): SOS-indicatie op de behuizing, ingebouwde luidsprekerversterker voor aansluiting van een externe omroep-luidspreker of aansluiting voor externe versterkermodule;
- oproep-toets van nevenpost met achtergrondverlichting; verlichte toetsen en display voor hoofdposten;
- mogelijkheid voor voorconfiguratie van een audiobericht (bijv. wachtinstructie) of signaaltoon (oproeptoon, alarmsignaal) in de nevenposten;
- compatibel met de Commend GEx00 intercomcentrales (voor G.722 codec) en met courante SIP/VoIP-centrales (G.711 codec);

Voor inbouw in een hulppostkast kan de opdrachtgever op aanvraag de maatvoering beschikbaar stellen.

1.7.5 Omroepinstallatie

1.7.5.1 Toepassingen

Publieke omroep in tunnels kan ingezet worden

- in de voertuigenkokers incl. de buitensectoren voor de tunnelfronten;
- in reddingswegen;
- in voetgangskokers incl. de buitensectoren voor de ingangen;
- in bijzondere situaties waar nodig is om instructies te geven aan de weggebruikers, bijv. aan vanop afstand bediende evacuatie-deuren.

De belangrijkste toepassing is evacuatie-instructies geven aan de weggebruikers, zeker als ze zich buiten hun voertuig bevinden.

De tunnel kan voor omroep in sectoren opgedeeld worden, die elk apart of in bepaalde voor geconfigureerde of ad hoc gekozen combinaties, te gebruiken zijn om een bericht om te roepen:

- per voertuigenkoker: buitensector voor het tunnelfront (tot 150 m) en tunnelsectoren. De lengte van de sectoren is in overleg met de opdrachtgever vast te leggen en wordt bepaald door het functioneel gebruik en door de afstand tussen opeenvolgende luidsprekers (bijv. 70 m);
- voor andere kokers en ruimten: per koker, per ruimte;
- voorbeelden van combinaties: ganse voertuigenkoker, sectoren voor incident incl. buitensector, alle evacuatietraphallen samen, ...

Voor de verschillende toepassingen kunnen verschillende oplossingen gevraagd worden: bijv. voor kleinere ruimten kan het omroepsysteem als extensie van het intercomsysteem worden voorzien.

Welke toepassingen en welke opdeling in sectoren wordt toegepast, wordt per tunnel in de opdrachtdocumenten geconcretiseerd.

Het omroepsysteem moet in staat zijn om min. 2 verschillende berichten gelijktijdig om te roepen in verschillende sectoren van een tunnel.

Het VTC communicatieplatform zorgt ervoor dat verschillende types audiosignalen (bijv. geluidsbakens, break-in, omroep, radioheruitzending) niet gelijktijdig binnen dezelfde sector worden uitgezonden ter wille van verstaanbaarheid. Zo wordt radioheruitzending onderdrukt als een publiek omroepbericht of ander auditief signaal wordt uitgezonden.

De berichten en hun structuur zijn identiek aan deze van break-in.

Het omroepsysteem voorziet een koppelvlak voor integratie met het VTC communicatieplatform voor afstandsbediening en –bewaking.

Afstandsbediening omvat zowel aansturing van in het systeem voor geconfigureerde berichten met auditieve feedback, als van ad hoc omroepen van een bericht door de VTC tunneloperator; voor dat laatste is directe feedback niet aangewezen gezien de tijdsvertraging, maar is wel een indicatie gewenst dat het bericht wel degelijk weerklonken heeft en kan nadien gecontroleerd worden op basis van de opnames van zowel voorgeconfigureerde als ad hoc omgeroepen berichten.

Toelevering van een aparte bedieningsconsole voor VTC is niet toegelaten, maar kan wel gevraagd worden voor bediening vanaf de lokale werkpost van een tunnel, zoals de opdrachtdocumenten opleggen.

De opdrachtdocumenten bepalen of omroep een veiligheid kritische techniek is (dat is afhankelijk van de concrete tunnel en of er ook nog alternatieve signalisatietechnieken werden voorgeschreven, bijv. break-in, geluidsbakens). In dat geval is hoge beschikbaarheid van het omroepsysteem nodig, incl. actieve bewaking van alle componenten incl. de luidsprekers, redundantie van de omroepinstallatie en cablage of netwerkverbindingen.

Uitval van een luidspreker per sector is aanvaardbaar; verlies van omroep in een calamiteitssector is aanvaardbaar.

Systeemadministratie en –configuratie gebeuren bij voorkeur vanuit het VTC communicatieplatform, maar een aparte functie (bijv. web server) hiertoe is aanvaardbaar.

Het VTC communicatieplatform is een bestaand platform en geen deel van de opdracht; zie **SB270-48c-2.3**. De toe te passen koppelvlakken worden in de opdrachtdocumenten vastgelegd of bij ontstentenis in overleg met de opdrachtgever vastgelegd.

1.7.5.2 Spraakverstaanbaarheid

Alle toestellen ondersteunen een spraakbandbreedte van min. 7 kHz.

Voor toepassing in de voertuigenkokers van een tunnel moet de spraakverstaanbaarheidsfactor van de geluidsinstallatie (Speech Transmission Index, STI) ten allen tijde min. 0,50 zijn bij uiteenlopende bedrijfssituaties en bij een spraakbandbreedte van min. 7 kHz. Dit conform volgende normen:

- IEC 60268-16 “Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index”
- EN-60849 “Electrical Acoustic Systems for Evacuation”.

In het gesloten tunneldeel moet het volume van gesproken boodschappen of vooraf ingesproken boodschappen automatisch worden aangepast aan het omgevingsgeluid. Het geluidsniveau moet 10 dB boven het omgevingslawaai uitkomen, maar beperkt blijven tot max. 106 dB.

De omroepinstallatie is niet bedoeld voor gebruik bij normaal verkeer, enkel bij incident. De akoestisch maximale bedrijfssituatie waarmee rekening dient gehouden is voor de specifieke tunnelkoker (gabarit, lengte, bekleding, aantal rijstroken): ventilatie 100% aan, normaal doorrijdend verkeer @ 70 km/h op alle rijstroken behalve één, stilstaand verkeer op de overige rijstroken met draaiende voertuigenmotoren, zijnde een mix van vracht- en personenvervoer, representatief voor betrokken tunnel.

De opdrachtgevende overheid kan in de opdrachtdocumenten een kwalitatieve verstaanbaarheidstest vragen om de verstaanbaarheid uit te testen in realistische omstandigheden qua achtergrondlawaai, bijv. in een vergelijkbare tunnel.

Daarnaast kan het akoestische metingen vragen om de akoestische situatie objectief vast te stellen in voorbereiding op installatie van noodintercoms en publieke omroep in tunnelkokers. Deze metingen zijn optioneel en aanvullend op de simulatie, die verplicht deel uitmaakt van de akoestische voorstudie van de aanbieder.

1.7.5.3 Technische eisen

Luidsprekers moeten geschikt zijn voor toepassing in voertuigenkokers voor een of meer van volgende aspecten: beperkte montagehoogte (wegens beperkt tunnelgabariet), weerstand tegen het tunnelklimaat bijv. roestvrijstalen ophangbeugels, akoestische eisen. Akoestische eisen: hoge geluidsniveaus (tot 110 dB), lage vervorming en hoge signaalruisverhouding (vnl. tussen 500 en 2000 Hz), voldoende directiviteit.

Ze worden gemonteerd aan het tunnelplafond; enkel waar het tunnelgabarit dat helemaal niet mogelijk maakt, kan door de opdrachtgever overwogen worden om ze aan de zijwanden op te hangen, maar de voorkeur gaat uit naar een type luidspreker met beperkte hoogte. Afwijkende montage moet door de opdrachtgever goedgekeurd worden; de opdrachtnemer houdt rekening met de montagebeperkingen opgelegd door de opdrachtgever voor die specifieke tunnel.

Doorgaans zijn verscheidene luidsprekerclusters per tunnelsector te voorzien, als uitkomst van de spraakverstaanbaarheidssimulatie. De omroepversterkers moeten in staat zijn om akoestische vertragingen in te stellen ter compensatie van de verschillende afstanden tot de luidsprekers. De installatie moet ook flexibiliteit bieden in het toewijzen van luidsprekerclusters aan tunnelsectoren. De netvoeding en eventuele netwerkaansluitingen van de opeenvolgende clusters moeten verschillend zijn voor minimaal functieverlies per sector bij uitval van de netspanning of netwerk switch.

Voor luidsprekers voor toepassing in beperkte ruimten, zoals evacuatiekokers.

1.8 Dienstgebouw installaties

Het tunneldienstgebouw wordt voor zijn installaties aangezien als een gebouw. Volgende technieken kunnen voorkomen:

- Klimaat installaties
- Beveiliging en toegangscontrole
- Dienstgebouwverlichting
- Brandmeldinstallatie
- Brandblusvoorzieningen
- Waarschuwinginstallatie

Voor wat betreft brandveiligheidsvoorzieningen gelden een reeks NBN-normen zoals opgesomd onder http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=services&sub=standards_regulations&pag=fire onder de rubriek "Normen en reglementering".

Voor toegangsbeveiliging: zie **SB270-48d-1**.

De opdrachtdocumenten concretiseren welke gebouwentechnieken nodig zijn en wat de vereistenspecificatie is.

1.9 Besturing

Verschillende niveaus van besturing, bediening en bewaking worden voorzien: zie SB 270-47 en -48b. voor terminologie en toepassing.

Lokale bediening wordt enkel voorzien in de technische lokalen, niet aan of nabij de tunnelfronten, behalve voor specifieke toepassingen, zoals aansluiting brandweerpompen of bediening van de bluspompen van de tunnel, de lokale slagboombediening.

Lokale onderhouds- en incidentbediening moeten t.b.v. de brandweer vanaf één centrale plaats bedienbaar zijn.

1.10 Overige

1.10.1 Kabels en leidingen tracé

1.10.1.1 Kabelgoten, kabelladders en draagprofielen

- Thermisch verzinkt staal volgens EN ISO 1461 (minimale gemiddelde zinklaagdikte is 55 micrometer).
- Sendzimir is niet toegelaten.
- Materiaaldikte staal ≥ 1 mm.
- De bevestigingsbeugels zijn van het aangepaste type i.f.v. het te dragen gewicht.
- Voor richtingsveranderingen, aftakkingen, bochten, alle hulpstukken zoals bochtstukken, T-stukken, enz.... zullen van hetzelfde merk, type en kwaliteit (dikte, behandeling, ...) zijn als de kabelgoten, profielen, ladders.
- De kabelgangen van het type kabelgoot zijn op zodanige wijze opgevat dat op eenvoudige wijze tussenschotten kunnen aangebracht worden voor de scheiding van de zwak- en sterkstroomkabels.
- Alle aftak- en verbingsdozen voor leidingen, geplaatst op de kabelgoten, worden verticaal opgesteld langsheen de zijwanden van de kabelgoten d.m.v. daartoe speciaal ontworpen bevestigingsplaten, vervaardigd uit hetzelfde materiaal als de kabelgoten.
- Uitwendig op het deksel van de aftak- en verbingsdozen worden de desbetreffende kringnummers op onuitwisbare wijze aangebracht.

Hoofdstuk 53 werd opgemaakt door Werkgroep SB270 H53

voorzitter

David Verleyen

leden van de werkgroep

Jan Van Boxelaere, Jef Vercammen, Kristof Goris, Luc Cypers, Koen Cuypers

Colofon

Verantwoordelijke uitgever :
ir. Tom Roelants
administrateur-generaal

Contactadres :
Afdeling Expertise Verkeer en Telematica
Koning Albert II-laan 20, bus 4
1000 BRUSSEL

Tel. 02-553 78 02

www.wegenenverkeer.be - expertise.verkeer.telematica@mow.vlaanderen.be

Depotnummer :
D/2017/3241/125