

Oosterweelverbinding

Rechteroever

Perceel 3b

NOTA TUNNELVEILIGHEID - UITVOERINGSFASE

DOCUMENTCODE						
INFRA	AUTEUR	SE-PAKKET	DOC	VOLGNR		
OBJECT	ORG	DGEB-DISC-FASE-INDEX	TYPE			
OWRB-07891-ROC-NOT-W14-000014						

HUIDIGE REVISIE					
(DE VOLLEDIGE REVIESIEGESCHIEDENIS IS OP HET DOCUMENTMANAGEMENTSYSTEEM TERUG TE VINDEN)					
		ROCO			EXTERN
DATUM	REV.	OPST.	CONTR.	GOEDK.	GOEDK.
28/04/2026	2.0	GVE	AHU	JMI	WAP
Goedkeuring zie workflow documentmanagementsysteem					

Revisiebeheer

REV	OPST.	DATUM	BETREFT INHOUDELIJKE WIJZIGING / AANVULLING
1.0	GVE	18/12/2025	Eerste revisie
2.0	GVE	28/04/2026	Tweede revisie met aanpassingen volgens reviewsheet OWRB-07891-LAN-VTS-W14-000047

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doel en scope	4
1.2	Relevante documenten	4
1.3	Afkortingen	6
1.4	Definities	6
1.5	Lijst met afbeeldingen	6
1.6	Lijst met tabellen	7
2	Activiteit-overstijgende risico's en beheersmaatregelen	8
2.1	Aanrijdingsgevaar	8
2.2	Ondermaatse luchtkwaliteit	9
2.3	Onvoldoende voorzieningen voor bestrijding noodsituaties	11
2.4	Brand	12
2.5	Vergroot effectgebied van raakvlakrisico's	12
2.6	Werken in het donker	12
2.7	Werken in besloten en bijzondere ruimtes	14
3	Uitwerking beheersmaatregelen gesloten tunneldelen	15
3.1	Verlichting	15
3.2	Ontruiming, signalisatie en noodhulp voorzieningen	16
3.3	Communicatievoorziening	19
3.4	Materieeleisen	19
3.5	Tunnelinstructie medewerkers	19
3.6	Toegangsbeheer en monitoring	19
3.7	Monitoring luchtkwaliteit	20
3.8	Ventilatie	21

1 Inleiding

1.1 Doel en scope

1.1.1 Doel

Het doel van deze nota is het inzichtelijk maken van activiteit-overstijgende veiligheidsrisico's en beheersmaatregelen bij het bouwen van een tunnel. Bijkomende doelstelling is het 'standaardiseren' van de toe te passen beheersmaatregelen over het gehele project om overal een gelijkaardig niveau van veiligheid te creëren en te zorgen dat systemen compatibel zijn met elkaar.

1.1.2 Scope

Deze nota behandelt de veiligheidsrisico's die samenhangen met het werken binnen de omsloten omgeving van een tunnel tijdens het uitvoeren van de ROCO Scope van de werken.

Er wordt specifiek aandacht besteed aan risico's die 'activiteit-overstijgend' zijn, oftewel algemene veiligheidsrisico's die relevant zijn voor meerdere activiteiten. Risico's die uitsluitend verbonden zijn aan één specifieke activiteit vallen buiten de scope van deze nota.

De nota is een overkoepelend document met risico's en minimale eisen/beheersmaatregelen over de deelgebieden heen. De specifieke uitwerking van de implementatie van de maatregelen zal per deelgebied/tunnelkoker gedaan moeten worden. Uitgangspunt is dat zaken zo veel als mogelijk overkoepelend worden ingekocht.

De beschreven risico's en beheersmaatregelen voor werken in een 'tunnel' zijn ook van toepassing op aanverwante ruimtes, zoals een dienst- en vluchtgang, dienstgebouwen, waterkelders en technische ruimtes.

Additionele risico's en beheersmaatregelen voor 'stross' werken worden bij een latere update van dit document bijgevoegd.

1.2 Relevante documenten

Lantis

Documentcode	Documentnaam
OWRB-00ALG-LAN-NOT-W14-000001-S 1100 B00	Veiligheids- en gezondheidsplan
OWRB-07891-LAN-VGM-W14-000001-S 1100 B11	Veiligheids- en gezondheidsplan R1 Noord en R1 Oost
OWRB-05490-LAN-VGM-W14-000002-S 1100 B10	Veiligheids- en gezondheidsplan Bypass
OWRB-07891-LAN-VGM-W14-000003	Veiligheids- en gezondheidsplan Kanaalzonetunnel
OWRB-05226-LAN-VGM-W14-000001	Veiligheids- en gezondheidsplan Lobroekdok

Intern (ROCO)

Documentcode	Documentnaam
OWRB-00ALG-ROC-PPL-W14-000001	Deelmanagementplan Veiligheidsbeheer
OWRB-ROCO-000-00-AL-PB02-PRC-0001	Werfreglement
OWRB-ROCO-000-00-AL-PB02-NOT-0003	Nota Betreden Besloten Ruimte
OWRB-VART-001028	Nota gebruik stellingen (steigers)

Extern

Documentcode	Documentnaam
Nvt.. Te raadplegen via https://www.cob.nl/document/arbeidsveiligheid-bij-tunnelbouw-en-renovatie/	Arbeidsveiligheid bij tunnelbouw en -renovatie - <i>Leidraad voor veilig werken bij risico's door het omsloten karakter van een tunnel</i> – COB, 2024
Nvt.. Te raadplegen via https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/guide-tunnelling.pdf	Safe work Australia - guide for tunneling work, 2013
Nvt.. Te raadplegen via https://wegenenverkeer.be/sites/default/files/uploads/documenten/20230928_Vlaamse%20Tunnelrichtlijn_Tunnelveiligheidsconcept_0.pdf	Vlaamse Tunnelrichtlijn Tunnelveiligheidsconcept, 2023
OWL2-02082-COT-PPL-W14-000001	COTU - Veiligheidsplan Werken in Tunnel, 2021
DGB-039370	De Groene Boog - TM-WVB Inrichting en veiligheid tunnel – Bouwfase
CSC1444	SM TOOTS - Procédure D'Exécution pour éléments non-structuraux Terrassements en stross
Nvt. Te raadplegen via https://werk.belgie.be/nl/themas/welzijn-op-het-werk/algemene-beginnelsen/codex-over-het-welzijn-op-het-werk	Codex over het welzijn op het werk

1.3 Afkortingen

C&C	Cut & cover: bouwmethode door ontgraven, bouwen en afdekken
COB	Nederlands en Belgisch Centrum voor Ondergronds Bouwen en ondergronds ruimtegebruik
COTU	Combinatie Oosterweeltunnel (bouw van de Scheldetunnel)
DGB	De Groene Boog
DMS	Documenten Management Systeem
EHBO	Eerste Hulp Bij Ongevallen
HTK	Hoofd tunnel kanaal
KZT	Kanaalzonetunnels
MTK	Midden tunnel kanaal
OKA	Ondergrondse Kruising Albertkanaal
PTT	Push To Talk
R1N	R1 Noord
R1O	R1 Oost
RINKO	RINKOnien
TGG	<i>Tijdgewogen gemiddelde</i>
VGP	Veiligheids- en Gezondheidsplan Lantis
VoIP	Voice over IP
VTTI	Verkeers- en Tunnel Technische Installaties

1.4 Definities

“Stross” werken/methode	Een gefaseerde bouwmethode waarbij de tunnelconstructie van boven naar beneden wordt gebouwd. Ook wel wanden-dakmethode genoemd.
Tunnel	Een lange, omsloten, bouwkundige constructie van minstens 250 meter lang (Vlaamse Tunnelrichtlijn, 2023).
Deelproject	De Oosterweelverbinding is opgedeeld in verschillende deelprojecten met de aannemersconsortia COTU, RINKOnien, ROCO en OCOTECH.
Deelgebied	Het deelproject ROCO is geografisch opgedeeld in de deelgebieden KZT, Vork, OKA, R1N en R1O.

1.5 Lijst met afbeeldingen

Figuur 1: Indicatieve situatie met principe van te hanteren zonering.....	9
Figuur 2: Snelheidslimieten.....	9
Figuur 3: Voorbeeld van broek met reflecterende striping.....	9

Figuur 4: Voorbeelden van ontruimingssystemen WES van BauWatch (gebruikt op COTU) en CYG2 van Cygnus 16

Figuur 5: Doorsnede principe daksparring met trappentoren incl. definiëring BVZ (bouwveiligheidszone), hysgebied en hysroute (bron LRBS, 2024) 17

Figuur 6: Voorbeeld van een hysbare reddingsmanbak (biedt de mogelijkheid om iemand onder medisch begeleiding te evacueren)..... 18

Figuur 8: Voorbeeld EHBO post 18

Figuur 7: Voorbeeld EHBO Container 18

Figuur 9:Voorbeelden van ventilatie systemen 22

1.6 Lijst met tabellen

Tabel 1: Minimaal benodigde voorzieningen ten opzichte van per lengte gesloten tunneldeel 15

Tabel 2: Grenswaarden metingen giftige stoffen, fijnstof en zuurstof op basis van Lijst van de grenswaarden voor blootstelling aan chemische agentia, (2023) 20

2 Activiteit-overstijgende risico's en beheersmaatregelen

Volgens het Nederlands en Belgisch Centrum voor Ondergronds Bouwen en ondergronds ruimtegebruik (COB, 2024) zijn de belangrijkste algemene risico's bij het bouwen van een tunnel:

- Aanrijdgevaar;
- Ondermaatse luchtkwaliteit;
- Onvoldoende voorzieningen voor bestrijding van noodsituaties;
- Brand;
- Vergroot effectgebied van raakvlakrisico's ;
- Werken in het donker; en
- Besloten en bijzondere ruimtes.

In dit hoofdstuk zijn deze risico's verder omschreven met daarbij de beheersmaatregelen in de volgorde van de preventiehiërarchie. Deze hiërarchie schrijft voor om risico's zoveel mogelijk bij de bron aan te pakken. Pas als dit redelijkerwijs niet uitgevoerd kan worden, mag worden gekeken naar collectieve, individuele maatregelen en als laatste naar persoonlijke beschermingsmiddelen.

In hoofdstuk 3 worden de belangrijkste beheersmaatregelen voor gesloten tunneldelen verder uitgewerkt.

2.1 Aanrijdingsgevaar

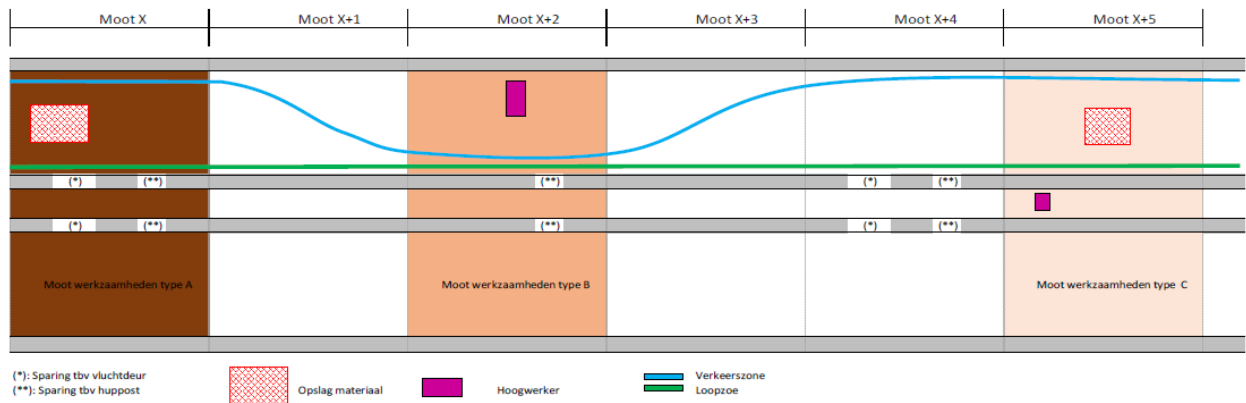
2.1.1 Risico omschrijving

Een tunnel is een omsloten ruimte waar voertuigen en voetgangers in een beperkte ruimte in elkaars nabijheid aanwezig kunnen zijn. Hierbij ontstaat een verhoogd risico op aanrijdingen.

2.1.2 Beheersmaatregelen

Om dit risico te beheersen dienen de volgende beheersmaatregelen te worden toegepast:

- Enkel noodzakelijke werk- en voertuigen zijn na toegangscontrole toegestaan in de tunnel;
- Zorg voor verkeerscirculatie indien mogelijk, zodat keren en rijden in tegengestelde richting zoveel als mogelijk te vermijden.
- Vaste routes voor personen en voertuigen moeten zoveel mogelijk gescheiden en afgeschermd zijn. Er moet steeds gezorgd worden voor een gescheiden loopzone, zone voor doorgaand bouwverkeer en stockage zones. Uitgangspunt is dat de loopzone dient zo dicht mogelijk tegen middentunnelkanaal (MTK) gehouden te worden, de zone voor bouwverkeer tegen de buitenwand (zie Figuur 1). Dit dient per tunnelkoker middels een specifiek werfinrichtingsplan te worden uitgewerkt.



Figuur 1: Indicatieve situatie met principe van te hanteren zonerings

- Voertuigen moeten zich aan de snelheidslimiet van max. 30 km/uur houden en stapvoets (15 km/uur) rijden bij de passage van werkzaamheden;
- Inrichten van algemene (tijdelijke) tunnelverlichting, ook in geval van nood (zie 3.1 Verlichting);
- Het plaatsen van harde afzettingen voor trappentorens, nooduitgangen en andere doorgangen, zodat een veilige zone ontstaat wanneer werknemers de nooduitgangen gebruiken;
- Verplaatsende voertuigen voeren een oranje zwaailamp dan wel knipperlicht;
- Verhoogde zichtbaarheidskleding voor werknemers conform klasse 2 EN ISO 20471. Naast de standaard reflecterend vest/jas ook een lange broek met reflecterende striping (zie Figuur 3).



Figuur 2: Snelheidslimieten



Figuur 3: Voorbeelden van broeken met reflecterende striping klasse 2 EN ISO 20471, zowel geel als oranje is toegestaan

2.2 Ondermaatse luchtkwaliteit

2.2.1 Risico omschrijving

Het omsloten karakter van een tunnel zorgt ervoor dat de luchtkwaliteit kwetsbaarder is dan op een bouwplaats in de open lucht. **Dit effect is nog sterker bij tunnels in aanbouw, waarbij er nog geen vrije doorgang is gerealiseerd en er sprake is van één in- en uitgang.** Bovendien kunnen activiteiten die individueel geen aanleiding zouden geven tot een luchtkwaliteitsrisico in de open lucht, in de tunnel samen

wel een risico vormen vanwege het cumulatieve effect. Er zijn twee bronnen die de luchtkwaliteit negatief kunnen beïnvloeden.

- **Stofvorming:** In de tunnel worden verschillende werkzaamheden verricht die stof kunnen veroorzaken. Daarnaast kan stof meegenomen worden via voertuigen die van buiten de tunnel in komen. Tot slot zit er stof in de lucht die via de natuurlijke wind, aangesterkt door eventuele aanwezigheid van mechanische ventilatie, de tunnel in kan komen.
- **Emissies, gassen en dampen:** In een tunnel kunnen diverse bronnen worden geïntroduceerd die emissies, gassen en dampen uitstoten, welke bij bepaalde concentraties schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid. Voertuigen met brandstofmotoren vormen de belangrijkste risicobron. Bepaalde werkzaamheden kunnen naast stof ook gassen en dampen uitstoten. Voorbeelden hiervan zijn: asfalteren, lassen, branden, zagen, hakken en slijpen. Daarnaast kan het totaal van omgevingscondities en werkactiviteiten een fysische omgeving creëren die niet bevorderlijk is voor mensen om in te werken, zoals hitte en een te hoge luchtvochtigheid.

2.2.2 Beheersmaatregelen

Om het risico van **stofvorming** te beheersen, zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- Minimaliseren van het aantal werk- en voertuigen in en rondom de tunnel;
- Het verplicht instellen van beheersmaatregelen voor de specifieke activiteit waarbij veel stof wordt geproduceerd (nat zagen of afzuigen bij de bron).
- Periodiek schoonmaken van de tunnelbuis;
- Voertuigen moeten zich aan de snelheidslimiet van max. 30 km/uur en stapvoets (15 km/uur) rijden bij de passage van werkzaamheden houden (zie 2.1 Aanrijdingsgevaar);
- Zo veel mogelijk scheiden van werkzaamheden in tijd en/of plaats;
- Installeren van (tijdelijke) ventilatie in de tunnel (zie 3.8 Ventilatie);
- Het uitvoeren van luchtmonitoring op stofdeeltjes op een aantal vaste punten en steekproefbasis (zie 3.7 Monitoring luchtkwaliteit);

Om het risico van **emissies, gassen en dampen** te beheersen, zijn de volgende maatregelen mogelijk:

- Het minimaliseren van het aantal werk- en voertuigen; (werknemers zonder materialen zoveel mogelijk lopend of per alternatief vervoer verplaatsen);
- Werk- en voertuigen gebruiken die geen uitstoot veroorzaken (zie 3.4 Materieeleisen);
- Voor werk- en voertuigen met een aandrijving waarbij wel uitstoot vrijkomt, de uitstoot beperken door aanpassing van het type brandstof, deze te filteren en/of af te vangen (zie 3.4 Materieeleisen);
- Zo veel mogelijk scheiden van werkzaamheden in tijd en/of plaats;
- Installeren van (tijdelijke) ventilatie in de tunnel (zie 3.8 Ventilatie);
- Monitoren van de luchtkwaliteit (3.7 Monitoring luchtkwaliteit).

2.3 Onvoldoende voorzieningen voor bestrijding noodsituaties

2.3.1 Risico omschrijving

Door het omsloten karakter van een tunnel zijn de vluchtmogelijkheden en de bereikbaarheid voor hulpverlening altijd beperkter dan bij een situatie in de open lucht, zoals bij de standaard bouwplaats.

2.3.2 Beheersmaatregelen

Om dit risico te beheersen, zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- Vlucht- alarm-, en bereikbaarheid mogelijkheden integraal meewegen in ontwerpkeuzes, uitvoeringsmethodes en fasering;
- Zorg ervoor dat er minimaal om de **250 meter** tweede een vluchtmogelijkheid is naar buiten en/of naar een andere koker (zie 3.2.2 Toegang / vlucht / evacuatie mogelijkheden);
- Opstellen van deelgebied specifiek WNIP voor de verschillende werkfasen en dit afstemmen met externe hulpverleningsdiensten;
 - Het werken in een tunnel kan zorgen voor de volgende scenario's, waarvoor de interne organisatie getraind moet worden in de eerste hulpverlening:
 1. Brand in de tunnel (zie ook hoofdstuk 2.4);
 2. Bedwelming van personen door slechte luchtkwaliteit;
 3. Ongeval met letsel;
 4. Lekkage in de tunnel;
 5. Instorting van (een deel van) de gesloten toerit en/of tunnel;
 6. Uitval van alle elektrische voorzieningen (black-out);
- Organiseren van periodieke oriëntatiebezoeken (via V&G KOE ism HSE Lantis) voor hulpdiensten om de bekendheid met de tunnel en de aanrijroutes te vergroten;
- Vrijhouden van een aanrijroute voor bereikbaarheid (externe) hulpdiensten;
- Minimaliseren van (tijdelijke) opslag van materialen;
- Algemene (tijdelijke) tunnelverlichting, ook in het geval van nood (zie 3.1 Verlichting);
- Het zorgen van een overzicht van de aanwezige werknemers die zich in de tunnel bevinden (zie 3.6 Toegangsbeheer);
- Een betrouwbare communicatiemethode, afgestemd op de tunnel en de werk condities (zie 3.3 Communicatievoorziening);
- Vrijhouden van vluchtdeuren en vluchtingangen (want deuren zijn er vaak nog niet) en voorkomen dat deze geblokkeerd kunnen worden3.6Toegangsbeheer;

2.4 Brand

2.4.1 Risico omschrijving

Brand in een omsloten ruimte zoals een tunnel kent extra risico's door de beperkte afvoer van rook, hitte en de beperkte bereikbaarheid voor nood- en hulpdiensten.

2.4.2 Beheersmaatregelen

Om dit risico te beheersen, zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- Zoveel mogelijk voorkomen van het opslaan van gevaarlijke en brandbare stoffen in de tunnel (enkel werkvoorraad);
- Laden van elektrisch materieel in daarvoor aangemerkte laadzones;
- Aanwezigheid van standaard blusmiddelen (zie 3.2.4) en blusmiddelen op maat of passend bij werkzaamheden / materieel.

2.5 Vergroot effectgebied van raakvlakrisico's

2.5.1 Risico omschrijving

Het omsloten karakter van een tunnel kan leiden tot een verhoging van risico's als gevolg van gelijktijdige of achtereenvolgende werkzaamheden, omdat het effectgebied groter is. Hierbij kan gedacht worden aan de effecten van geluid, licht en luchtkwaliteit. Dit risico wordt versterkt zodra tunnels van verschillende deelgebieden en/of deelprojecten aan elkaar worden gekoppeld.

2.5.2 Beheersmaatregelen

Om dit risico te beheersen, zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- Opstellen en afstemmen van een integrale planning van werkzaamheden;
- Inzichtelijk maken van het effectgebied van het risico in de tunnel dat hoort bij deze werkzaamheden door het doen van geluidsmetingen;
- Het aanstellen van een coördinator uitvoeringsfase (ROCO) per tunneldeel met een duidelijk takenpakket, waaronder het identificeren en beheersen van risico's door gelijktijdige of achtereenvolgende werkzaamheden. Als ook een mandaat om beheersmaatregelen voor te schrijven.

2.6 Werken in het donker

2.6.1 Risico omschrijving

In een tunnel is kunstmatige verlichting noodzakelijk. Wanneer de elektriciteit uitvalt, kan een verhoogde risicovolle situatie ontstaan van de op dat moment in uitvoering zijnde werkzaamheden. Daarnaast maakt het uitvallen van verlichting het veilig verlaten van de tunnel vrijwel onmogelijk.

2.6.2 Beheersmaatregelen

Om dit risico te beheersen, zijn de volgende maatregelen van toepassing:

- De hoofdtunnels voorzien van verlichting van min. 75 lux;
- Een (tijdelijke) verlichtingsinstallatie incl. een noodverlichtingsinstallatie die blijft branden wanneer de (tijdelijke) verlichtingsinstallatie niet functioneel is (zie 3.1 Verlichting)
- Het scenario 'uitval verlichting' opnemen in het calamiteiten-, nood- en evacuatieplan.

2.7 Werken in besloten en bijzondere ruimtes

2.7.1 Risico omschrijving

In tunnels komen mogelijk ruimtes voor die geclassificeerd kunnen worden als besloten en/of bijzondere ruimtes. Voorbeelden hiervan zijn pomp- en waterkelders. Deze ruimtes kenmerken zich op atmosferische risico's (verhoogd risico op verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand en explosie) en toegankelijkheidsrisico's (beperkte toegang en vluchtmogelijkheid). De classificering hiervan te beoordelen per ruimte. Indien er sprake is een besloten ruimtes dan dient dit bij de toegangspunten visueel aangeduid te worden.

2.7.2 Beheersmaatregelen

Hiervoor is de Nota Betreden van besloten ruimte (OWRB-ROCO-000-00-AL-PB02-NOT-0003) van toepassing. Zie nota voor een verdere uitwerking van de beheersmaatregelen.

3 Uitwerking beheersmaatregelen gesloten tunneldelen

Een ‘gesloten tunneldeel’ is een aaneengesloten geheel van één of meerdere tunnelmoten waarvan het dak reeds is gestort. Om in een gesloten tunneldeel veilig te kunnen werken dienen een aantal tijdelijke voorzieningen aangebracht te worden. Welke voorzieningen minimaal nodig zijn hangt af van de lengte van het gesloten tunneldeel. Op basis van de Vlaamse Tunnelrichtlijn en opgedane ervaringen in andere projecten wordt de opsplitsing aangehouden zoals weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Minimaal benodigde voorzieningen ten opzichte van per lengte gesloten tunneldeel

Lengte tunneldeel	Benodigde voorzieningen
<250m	• Verlichting • Verhoogde zichtbaarheidskleding (broek) • Noodhulp voorzieningen • <i>Optioneel geforceerde ventilatie (op basis van risicoanalyse)</i>
>250m	• Verlichting • Verhoogde zichtbaarheidskleding (broek) • Ontruiming, signalisatie en noodhulp voorzieningen • Communicatievoorziening • Materieel eisen • Tunnel instructie medewerkers • Toegangscontrole • Monitoring luchtkwaliteit • <i>Verplichte geforceerde ventilatie</i>

Opmerking: Voor ‘stross’ werken gelden een aantal additionele risico’s en beheersmaatregelen. Hiervoor wordt het document op een later moment van een update voorzien.

3.1 Verlichting

De hoofdtunnels dienen te zijn voorzien van verlichting van min. 75 lux aangetoond middels lichtstudie waarbij het deelgebied de toestellen/opstelling kiest uit onderstaande basis:

- **Gesloten tunneldeel:** LED TL armatuur. Om en om voorzien van een aparte voeding ter redundantie bij uitval.
- **Midden tunnel kanaal (MTK):** LED TL armatuur om de 15 meter. Om de 3 armaturen voorzien van accu (bij stroom uitval) met een capaciteit van een uur.
- **Deur openingen naar MTK:** Nood oriëntatie verlichting ter aanwijzing locatie vluchtopening naar MTK. Nood verlichting op accu met een capaciteit van een uur (bij stroom uitval). Zodoende kunnen de bouwplaats medewerkers bij stroomuitval de vluchtdeuren snel lokaliseren om zo in het MTK (vluchtroute) te geraken.

Trappentorens: Voorzien van LED TL armatuur met accu (noodverlichting) met een capaciteit van een uur.
De technische specificaties van de verlichting zullen worden vastgelegd in een aparte nota die uiterlijk tegen 21/05/2026 moet geaccepteerd zijn.

3.2 Ontruiming, signalisatie en noodhulp voorzieningen

3.2.1 Ontruimingsalarm

Elk tunneldeel (> 250 meter) moet voorzien zijn van een ontruimingssysteem met geluids- en lichtsignalen. Dit systeem bestaat uit draadloos gekoppelde, stand-alone modules en moet van binnen en buiten geactiveerd kunnen worden (zie voorbeelden Figuur 4).



Figuur 4: Voorbeelden van ontruimingssystemen WES van BauWatch (gebruikt op COTU) en CYG2 van Cygnus

- **Locatie:** minimaal om de 250 meter en bij alle toegangsvoorzieningen.
- **Gebruik en opvolging:** Modules zijn van binnen en buiten te activeren
 - Via binnen: bij brand of ander direct gevaar (eg. acute verslechtering luchtkwaliteit) kan het ontruimingsalarm ter plaatsen worden ingedrukt en dienen de medewerkers de tunnel te verlaten naar het dichtstbijzijnde verzamelpunt buiten de tunnel; moeten we niet aangeven dat men tegen de luchtstroom dient te evacueren
 - Via buiten: het alarm kan ook extern worden geactiveerd indien eg. de luchtkwaliteit bij een vaste opstelling (zie 3.7 Monitoring luchtkwaliteit) over de grenswaardes gaat of als er een melding binnen komt.

Pas nadat de veiligheidskundige én hoofduitvoerder toestemming hebben gegeven mogen de werkzaamheden na een ontruiming hervat worden. Er vindt per kwartaal 1 ontruimingsoefening plaats.

In geval van calamiteiten zal het werfnoodinterventie plan van het deelgebied in werking treden.

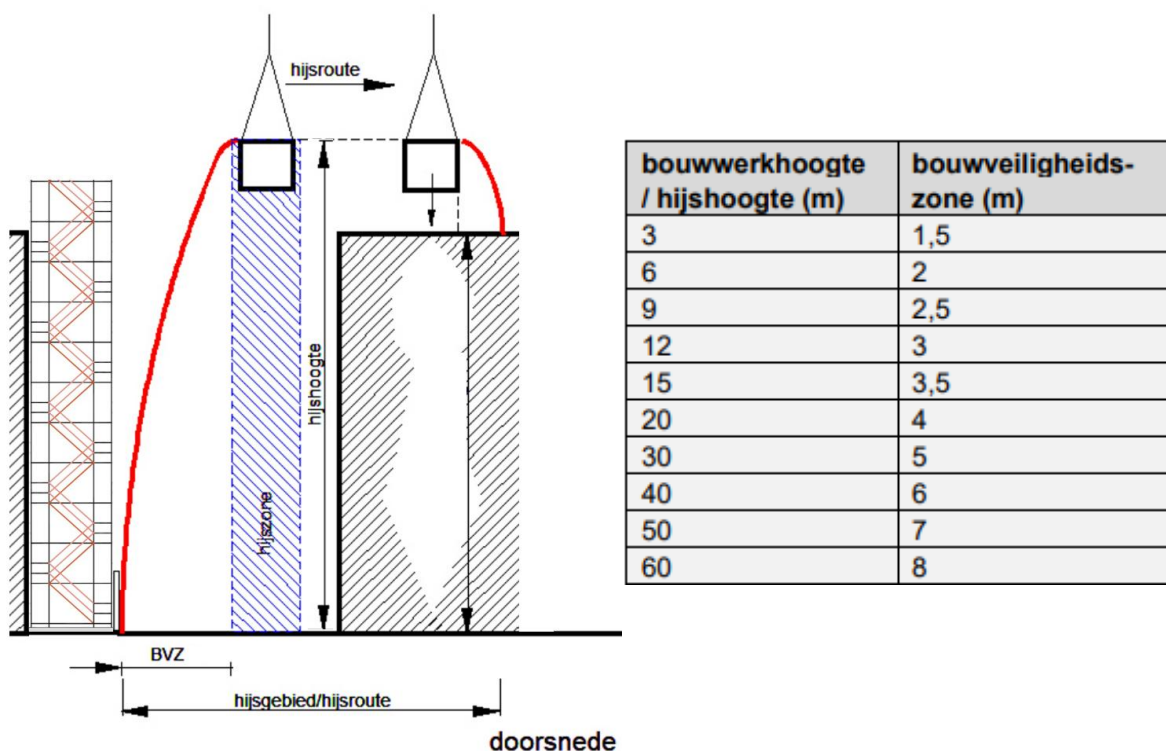
De finale specificaties zullen in een aparte nota worden toegelicht. De nota moet tegen uiterlijk 21/09/2026 geaccepteerd zijn.

3.2.2 Toegang / vlucht / evacuatie mogelijkheden

Trappentorens dienen te zijn ontworpen en voltooid conform Nota gebruik stellingen (steigers) (OWRB-VART-001028). Bouwliften voor personen- en goederenvervoer dienen te zijn ontworpen en voltooid conform de norm EN 12159.

Elk gesloten tunneldeel (>250m) dient minimaal 2 toegang / vlucht mogelijkheden te hebben, waardoor altijd van een calamiteit weg ontruimd kan worden. Dit kan via de openingsmond van de tunnel en/of via een dak sparing voorzien van trappentoren naar maaiveld. Belangrijk om te vermelden is dat een vlucht via een andere tunnelbuis (eg. via het MTK zonder toevoeging van branddeur) ook wordt gezien als een vluchtroute

Indien de sparing tevens als logistieke hijszone wordt gebruikt dan dienen de veiligheidsafstanden zoals weergegeven in Figuur 5 te worden aangehouden.



Figuur 5: Doorsnede principe daksparring met trappentoren incl. definiëring BVZ (bouwveiligheidszone), hijsgebied en hijsroute (bron LRBS, 2024)

In de situatie dat de toegang vanaf het maaiveld tot het tunneldeel enkel via trappentorens mogelijk is dient er een hijsbare reddingsmanbak (zie Figuur 6), dan wel een hijsbare stretcher met hijsgereedschap beschikbaar te zijn om een persoon in horizontale houding te kunnen evacueren. Een bouwlift kan deze functie ook vervullen indien deze de minimale platformafmetingen heeft van 2250mm bij 1205mm.



Figuur 6: Voorbeeld van een hijsbare reddingsmanbak (biedt de mogelijkheid om iemand onder medisch begeleiding te evacueren)

Opmerking: Bij gebruik een reddingsmanbak dient deze gezamenlijk met de te gebruiken kraan periodiek gekeurd te worden.

3.2.3 Signalisatie

In het geval van communicatie met de meldkamer betreffende een incident of calamiteit is het onontbeerlijk om precieze informatie door te geven m.b.t. de exacte locatie ervan. Vandaar dat alle Hoofd tunnel kanalen voorzien moeten zijn van:

- het nummer van de desbetreffende tunnelmoot;
- alarmkaart en een vluchtrouteschema (minimaal om de 250 m).

3.2.4 EHBO voorzieningen

Tunneldelen dienen minimaal om de 250 meter te zijn voorzien van EHBO posten in elke verkeersbuis. Elke post zal minimaal voorzien zijn van EHBO koffer, oogspoelvloeistof, en een schuimbrandblusser of poeder (geen CO₂), zie Figuur 8.

Nabij intensieve werkzaamheden en aan de werfketen zal dit moeten worden uitgebreid middels een EHBO materiaal container incl. EHBO koffer, AED, oogspoelvloeistof, stretcher met hijsgereedschap voor Medevac en een sproeischuimbrandblusser en/of poederbrandblusser (geen CO₂), zie Figuur 7.



Figuur 8: Voorbeeld EHBO post

Figuur 7: Voorbeeld EHBO Container

3.3 Communicatievoorziening

In een tunnel is verminderd tot mogelijk geen bereik met het reguliere telecomnetwerk. Vandaar dat elk tunneldeel >250 m moet worden voorzien van een robuust Wifi systeem die minimaal de volgende functionaliteiten kan ondersteunen:

- Portofoon verkeer met Push-to-Talk (PTT) functionaliteit;
- VoIP-bellen met mobiele telefoon; (kan ook middels GSM repeater/boosters, verder uit te werken)
- Live uitlezen statische luchtmonitoring apparatuur (zie sectie 3.7).

De finale specificaties van het tunnel communicatiesysteem zullen in een aparte nota worden vastgelegd en moeten uiterlijk tegen 13/06/2026 geaccepteerd zijn.

3.4 Materieeleisen

In de gesloten tunneldelen wordt exclusief gewerkt met elektrisch aangedreven materieel, tenzij dit redelijkerwijs niet haalbaar is. Redelijkerwijs haalbaar is hierbij een afweging van technische, organisatorische, wettelijke en economische factoren die in samenspraak met afdeling V&G genomen moeten worden.

Concreet betekent dit het volgende:

1. Wanneer een activiteit redelijkerwijs buiten de kuip kan plaatsvinden, deze dan ook buiten kuip uitvoeren;
2. Daar waar elektrisch aangedreven materieel redelijkerwijs haalbaar is, deze ook inzetten;
3. Indien dit niet het geval is, daar waar een volwaardig hybride alternatief haalbaar is, deze inzetten;
4. Waar geen volwaardig elektrisch of hybride redelijkerwijs haalbaar is, gebruik maken van een machine met milieuvriendelijke motor (euro 6 of stage V motor).

Gebruik voor verspanend gereedschap, waarbij stof vrijkomt, een afzuig- en opvangvoorziening. In het geval dat er gloeiende gensters (metaalslijpen) vrijkomen dient er een lasdeken gebruik te worden om deze op te vangen, en moet er een brandblusapparaat aanwezig te zijn

3.5 Tunnelinstructie medewerkers

Iedere medewerker die werkzaamheden moet verrichten in een tunnel (>250m) dient een aanvullende tunnelinstructie te krijgen waarin de specifieke (veiligheids)aspecten die gepaard gaan met werkzaamheden in de tunnel worden toegelicht.

Uitzonderlijk kunnen bezoekers de tunnel betreden zonder de tunnelinstructie. Zij dienen in dat geval te allen tijde vergezeld te worden door een medewerker die behoort tot de interventieploeg van dat gebied.

3.6 Toegangsbeheer en monitoring

Om bij incidenten een efficiënte evacuatie mogelijk te maken, is het van belang dat in tunnels, wanneer een gedeelte gesloten is en langer dan 250 meter, wordt geregistreerd wie zich in de tunnel bevindt. Verdere

details en uitwerking van dit onderwerp volgen in een aparte nota die uiterlijk tegen 29/07/2026 moet geaccepteerd zijn..

3.7 Monitoring luchtkwaliteit

Afhankelijk van de bouwmethode en omgeving kunnen verschillende gassen, maar ook fijnstof vrijkomen in de tunnel. Denk aan uitlaatgassen, maar ook kwartsstof (beton) en de banden en remmen van alle voertuigen. Daarom is de monitoring van de luchtkwaliteit van essentieel belang. Tabel 2 geeft een weergave van de meest voorkomende gassen die minimaal gemeten moeten worden bij tunnelwerkzaamheden, inclusief grenswaarde.

De finale specificaties worden in een aparte nota vastgelegd die tegen uiterlijk 21/05/2026 moet geaccepteerd zijn. Tabel 2: Grenswaarden metingen giftige stoffen, fijnstof en zuurstof op basis van [Lijst van de grenswaarden voor blootstelling aan chemische agentia](#), (2023)

Giftige stoffen	Grenswaarden metingen			
	TGG 8 uur		TGG 15 min	
	Mg/m3	PPM	Mg/m3	PPM
CO (Koolstofmonoxide)	23	20	117	100
CO2 (Koolstofdioxide)	9131	5000	54784	30000
NO2 (Stikstofdioxide)	0,96	0,5	1,91	1
H2S (Zwavelwaterstof)*	2,3	1,64	5,61	4
CH4 (Methaan)*	1840	1000	-	-
Fijnstof**	Jaargemiddelde		Daggemiddelde	
PM 2.5	25 mg/m ³		(15 mg/m ³)**	
PM 10	40 mg/m ³		50 mg/m ³	
Zuurstof	Min.		Max.	
O2	18%		21%	

TGG: Tijdgewogen gemiddelde;

PPM: Parts per Million

PM: Particulate Matter

*H2S en CH4 vormen een specifiek risico bij 'stross' werkzaamheden vanwege ontgravingswerkzaamheden in een omsloten ruimte

**Grenswaarden voor fijnstof (PM10 en PM2.5) zijn gebaseerd op Europese regelgeving (2008/50/EG)

***WHO-advieswaarde, nog geen wettelijke Europese norm

Om de luchtkwaliteit op een gedegen manier te monitoren dient een combinatie van onderstaande methoden te worden toegepast:

1. **Statische metingen op vaste punten:** elk HTK van >250m voorzien van minimaal 1 vaste meetopstelling. Deze dient minimaal O2, CO, CO2, NO2 continue te kunnen monitoren en moet via

een internetverbinding live uit te lezen zijn. PM10 en PM2,5 zullen middels losse metingen worden gemonitord. Afhankelijk van de uitkomsten hiervan kan worden opgeschaald door ook fijnstof continue te monitoren.

2. **Mobiele metingen:** elk deelgebied moet de mogelijkheid hebben om nabij bepaalde werkzaamheden of op minder eenvoudig bereikbare plaatsen additionele metingen te doen. Bijvoorbeeld in ruimtes waarbij een atmosferisch risico bestaat en/of die moeilijk te ventileren zijn (toepassing op basis van risicoanalyse).
3. **Persoonlijke meters:** het dragen van persoonlijke meters kan worden toegepast bij activiteiten waarbij de uitstoot van veel stoffen, emissies, gasen en dampen verwacht kan worden. Deze metingen zijn met name inzetbaar om de persoonsgebonden blootstelling inzichtelijk te maken (toepassing op basis van risicoanalyse).

Opmerking: Voor ‘stross’ werkzaamheden geldt vanwege de ontgravingswerkzaamheden in een omsloten ruimte een ander monitoringstrategie. Deze wordt bij een latere update van dit document bijgevoegd.

Wanneer de concentraties aan schadelijke gasen de TGG 8 limietwaarden overschrijden (tijdgewogen gemiddelde – 8 uur), gaat het alarm af en wordt de evacuatie bevolen. De volgende maatregelen kunnen genomen worden teneinde de concentraties terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau:

- Verhogen debiet ventilatie/aanvoer verse lucht
- Vermindering van het aantal bronnen schadelijke gasen

Naast deze schadelijke gasen dient ook rekening gehouden met de concentratie zuurstof (O₂). Bepaalde gasen zoals koolstofdioxide kunnen de concentratie zuurstof doen verminderen. Om die reden dient de werfzone onmiddellijk verlucht of geëvacueerd te worden wanneer de zuurstofconcentratie in de lucht lager is dan 19%.

De finale specificaties voor deze metingen worden in een aparte nota vastgelegd.

3.7.1 Achtergrondconcentraties

Buiten de tunnel vormen de achtergrondconcentraties die reeds in de buitenlucht aanwezig zijn een belangrijke factor bij het bepalen van de luchtkwaliteit. Aan de hand van actuele luchtkwaliteit cijfers van de Vlaamse Milieumaatschappij ([link](#)) kunnen gemeten waardes getoetst worden aan de buitenomgeving.

3.8 Ventilatie

Het primaire doel van ventilatie tijdens bouwphase is om de luchtkwaliteit in de tunnel te verbeteren, zodat een veilige atmosferische omgeving geboden kan worden aan de medewerkers. Ventilatie gebeurt daarbij op twee manieren: natuurlijk en/of geforceerd.

De benodigde minimale ventilatiewaarden in een tunnel in aanbouw zijn afhankelijk van het aantal aanwezig personen en de emissies die voortkomen. Als richtlijn dient de *Safe work Australia - guide for tunneling work (november, 2013)* te worden toegepast:

- 1,5 m³ per minuut per aanwezige persoon;
- 4 m³ per minuut per kW aan dieselvermogen;
- Met een luchtsnelheid tussen 0,3 en 2,0 m/s.

Verder dient bij het bepalen van de benodigde ventilatie gelet te worden op het voorkomen van:

- Zones met een lage luchtsnelheid;
- Zones waar de windrichting tegengesteld is;
- Luchtcirculatie binnen in de tunnel.

Opmerking: Bovenstaand is een richtlijn over de minimale capaciteit die een installatie moet hebben. Daadwerkelijke inzet dient afgestemd te worden op de specifieke situatie. Indien uit meetresultaten blijkt dat er geen nood is om continue bovenstaande ventilatiewaarden te halen, dienen de ventilatoren niet op maximale stand te draaien i.v.m. geluidshinder.

3.8.1 Geforceerde ventilatie voorzieningen

Als de meetresultaten hiertoe aanleiding geven zal er geforceerde ventilatie moeten worden toegepast. Zie Figuur 9 voor voorbeelden van ventilatiesystemen.



Figuur 9: Voorbeelden van ventilatie systemen

Een specifieke ventilatiestudie en configuratie (ventilatie concept) van de benodigde ventilatoren dient per tunnelkoker of gedeelte tunnelkoker te worden uitgewerkt rekening houdend met de specifieke situatie en de hierboven genoemde richtlijn.

Indien er vervolgens uit metingen blijkt dat bovenstaande configuratie niet voldoende is om de emissieconcentraties beneden de grenswaarden te houden (zie Tabel 2), dan dienen er ventilatoren herplaatst en/of bijgeplaatst te worden tot dat er wel wordt voldaan.

Een overkoepelende ventilatiestudie is lopende en moet tegen uiterlijk 13/06/2026 geaccepteerd zijn.