WESTERSCHELDE TUNNEL

MEER MOGELIJK MET DE SLUISKILTUNNEL

WESTERSCHELDETUNNEL

Kwantitatieve risicoanalyse Westerscheldetunnel

Documentnummer: NVWST2017.50862
Revisie: B
Datum: 1 juli 2026

Project:	**Veiligheidsdocumentatie Westerscheldetunnel**
Naam Adres Woonplaats	N.V. Westerscheldetunnel Westerscheldetunnelweg 1 4454 PD BORSSELE
Objectcode & -naam: (SBS)	**Systeem Westerscheldetunnel**
Activiteitcode & -naam:	**Het opstellen en leveren van tunnelveiligheids-documenten en -gegevens**
Korte omschrijving:	De kwantitatieve risicoanalyse als onderdeel van het veiligheidsbeheerplan

© Niets van dit rapport en / of dit ontwerp mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt en / of overhandigd aan derden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van N.V. Westerscheldetunnel.

B	Definitief	CHO		01-07-2026	IMA			LWO		
A	Definitief	ESC		23-06-2017	MLI			RCU		
Rev	Status	Opgesteld		Datum	Verificatie		Datum	Vrijgegeven		Datum

Distributielijst

Naam	Functie	Aantal	Rev.	Datum	Hardcopy	PDF
NV Westerscheldetunnel						
Dhr. L. Wolterman	Algemeen Directeur (interim)	1	B	01-07-2026		Ja
[redacted] J	[redacted]	1	B	01-07-2026		Ja
[redacted] J		1	B	01-07-2026		Ja
Gemeente Borsele						
[redacted] J		1	B	01-07-2026		Ja
Gemeente Terneuzen						
[redacted] J		1	B	01-07-2026		Ja
Veiligheidsregio Zeeland						
[redacted] J		1	B	01-07-2026		Ja
[redacted] J		1	B	01-07-2026		Ja

Dit rapport wordt opgesteld, gedistribueerd, aangevuld en/of gewijzigd onder verantwoording van de tunnelbeheerder van de Westerscheldetunnel. Distributie wordt verzorgd door de N.V. Westerscheldetunnel (NV WST).

Het is de verantwoordelijkheid van de houders om het document actueel te houden. Alleen de in de distributielijst genoemde houders van een geregistreerde kopie zullen automatisch de aanvullingen en/of wijzigingen ontvangen. De houders van de kopie zijn verantwoordelijk voor de distributie binnen hun verantwoordelijkheidsgebied.

Een geregistreerde kopie is geldig vanaf de datum van uitgifte. Bij uitgifte van een document met een hoger revisienummer, verliest de voorgaande versie automatisch haar geldigheid. Kopiehouders dienen het voorblad van een ongeldige versie te markeren met een diagonale lijn samen met de tekst 'vervallen'.

Bij twijfel over de geldende versie wordt geadviseerd contact op te nemen met de NV WST.

Versiebeheer

Versie	Status	Datum	Gewijzigde hoofdstukken	Beschrijving wijzigingen
A	Definitief	23-06-2017		Nieuwe QRA n.a.v. renovatie Westerscheldetunnel
B	Definitief	01-07-2026		Nieuwe QRA n.a.v. betonreparatie Oostbuis

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

RWS INFORMATIE

Kwantitatieve risicoanalyse Westerscheldetunnel

Datum	22 juni 2026
Versie	1.0
Status	Definitief

Rol	Naam	Organisatie	Datum
Opsteller	[redacted]	RWS Steunpunt Tunnelveiligheid	01-07-2026
Gecontroleerd *(invoerdata + rapportage)*	[redacted]	N.V. Westerscheldetunnel	08-07-2026
Gecontroleerd *(berekeningen + rapportage)*	[redacted]	RWS Steunpunt Tunnelveiligheid	02-07-2026
Vastgesteld	[redacted]	N.V. Westerscheldetunnel	08-07-2026

Colofon

Uitgegeven door RWS, GPO
Auteur [redacted]

Datum 22 juni 2026
Versie 1.0
Status Definitief

Versiebeheer

Opgesteld door	Status	Datum	Versie	Wijzigingsreden	Besproken met
[redacted]	Definitief	08-06-2026	1.0	Actualisatie en vervanging van rapport uit 2017, doorrekening scenario's tijdens betonreparatie gebruikmakend van analyses tegenverkeer 2025	[redacted]

Inhoud

1 Inleiding 4

2 Invoergegevens 5
2.1. Verkeersintensiteit 5
2.2. Vervoer gevaarlijke stoffen 6
2.3. Ongevalsfrequentie 7
2.4. Filefrequentie 7
2.5. Defaultwaarden 7

3 Resultaten 8

4 Gevoeligheidsanalyse 10
4.1. Ongevalsfrequentie en kans op brand 10
4.2. Verkeersintensiteiten en filekans (kans op stilstaand verkeer voorbij de tunnel) 12
4.3. Gevaarlijke stoffen 13
4.4. Verkeerssamenstelling 14
4.5. Invloed tegenverkeer reguliere onderhoudsnachten 15

5 Risico tijdens de reparatie betonschade 17
5.1. Verkeersscenario A: Blokrijden met ontheffingen 17
5.2. Verkeersscenario B, normaal verkeer met 1x per uur konvooi 18
5.3. Berekende groepsrisico's scenario A en B 20
5.4. Gevoeligheidsanalyse scenario A en B, busbezetting 21

6 Conclusies 22

7 Referenties 23

Bijlage A Invoerwaarden QRA 24

Bijlage B Inschatting incidentfrequenties 28

Bijlage C Afwijkende defaultwaarden 29

1 Inleiding

In de Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels (Warvw) is in artikel 6 ten aanzien van de risicoanalyse en de risiconormering het volgende bepaald:

1. *De kans op slachtoffers in de tunnel is blijkens een risicoanalyse niet groter dan $0{,}1/N^2$ per kilometer tunnelbuis per jaar. Waarbij "N" het aantal dodelijke slachtoffers onder de weggebruikers per incident is en waarbij dat aantal 10 of meer bedraagt.*
2. *De uitvoerder van de risicoanalyse, bedoeld in het eerste lid, is in functioneel opzicht onafhankelijk van de tunnelbeheerder.*
3. *De risicoanalyse, bedoeld in het eerste lid, geschiedt volgens een bij ministeriële regeling vastgestelde methode.*

In de Rarvw, artikel 4 is hierop aansluitend gesteld dat *"De risicoanalyse, bedoeld in artikel 6, derde lid, van de wet, wordt uitgevoerd overeenkomstig het in bijlage 1 bij deze regeling opgenomen model QRA-tunnels."*.
Deze in de Rarvw genoemde bijlage betreft de Gebruikershandleiding QRA-tunnels [3].

Middels deze rapportage wordt voldaan aan deze verplichting en wordt aangetoond dat de tunnel aan de norm voldoet (artikel 6 lid 1). De rapportage is opgesteld door RWS Steunpunt Tunnelveiligheid waarmee voldaan wordt aan artikel 6 lid 2. Bij het opstellen van het rapport is gebruik gemaakt van het RWS format QRA rapportage behorende bij LTS versie 1.3 [1] en het wettelijk voorgeschreven model QRA-tunnels [2] en bijbehorende documentatie [3] en [4]. (artikel 6 lid 3).

Het rapport is een actualisatie van QRA-rapport uit 2017 [5], en vervangt daarmee dat rapport. In dit rapport wordt het risico berekend voor de huidige situatie met een doorkijk naar 2035. Tevens worden de verkeerscenario's tijdens de periode van reparatie betonschade doorgerekend, waarbij de oostbuis is gesloten en het verkeer alleen door de westbuis kan.

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de gebruikte invoerwaarden. Het totaaloverzicht van de invoerwaarden is gegeven in bijlage A.

De resultaten van de risicoberekening voor de huidige situatie zijn gegeven in hoofdstuk 3.

Voor enkele invoerwaarden geldt dat de exacte waarde niet bekend is of dat de het mogelijk is dat deze in de nabije toekomst nog variëren. Deze invoerwaarden zijn nader onderzocht in een gevoeligheidsanalyse in hoofdstuk 4.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de berekende risico's tijdens de reparatie betonschade waarbij de oostbuis is gesloten en het verkeer op gereguleerde wijze door de westbuis gaat. Hiervoor zijn speciale verkeersscenario's uitgewerkt en kort beschreven in hoofdstuk 5. De resultaten hiervan zijn doorgerekend en eveneens weergegeven in hoofdstuk 5.

De conclusies zijn ten slotte samengevat in hoofdstuk 6.

2 Invoergegevens

Een volledig overzicht van de invoerwaarden en de hierbij gebruikte bronnen is gegeven in bijlage A. In dit hoofdstuk is een korte toelichting voor een aantal belangrijke invoerwaarden.

2.1. Verkeersintensiteit

De invoerwaarden van de intensiteiten betreffen de realisatiecijfers van de periode 2013-2025. De cijfers zijn ontleend uit de verkeerscijfers aangeleverd vanuit de Westerscheldetunnel N.V. [6]. Uit de cijfers valt op te merken dat het aantal passages over 13 jaar gestaag groeit, met uitzondering van de jaren 2020, 2021 en 2022 (corona-jaren). De gemiddelde groei is bijna 5%, met vooral een sterkere groei in 2025. De groei in 2025 wordt enerzijds veroorzaakt door het tolvrij worden voor personenauto's, maar anderzijds ook beïnvloed door de werkzaamheden rondom Antwerpen (Beverentunnel).

Verkeersintensiteiten	**Westbuis**	**Oostbuis**
2013	2.899.442	2.966.788
2014	3.006.316	3.095.550
2015	3.091.847	3.169.059
2016	3.274.420	3.380.543
2017	3.522.019	3.662.969
2018	3.699.827	3.865.488
2019	3.784.179	3.962.392
2020	3.226.468	3.340.898
2021	3.401.836	3.535.887
2022	3.769.335	3.945.483
2023	4.040.962	4.206.860
2024	4.310.973	4.435.401
2025	4.990.416	5.156.976
Gemiddeld 2013-2025	*3.616.772*	*3.748.023*
Prognose 2035	*6.706.702*	*6.930.545*

Tabel 1 Verkeersintensiteiten

Voor de QRA zal de berekening worden uitgevoerd met de jaarintensiteiten van 2025 en voor een prognose voor 2035, waarbij uitgegaan is van verdere groei 3% per jaar ten opzichte van het voorgaande jaar. Voor de berekeningen is uitgegaan van de volgende verdeling over de dag.

	aantal uur per dag per periode	Westbuis 2025	Oostbuis 2025	Westbuis 2035	Oostbuis 2035
spits	2,9	1184	1224	1.591	1.644
dag	10	844	872	1.134	1.171
nacht	11,1	162	167	218	225

Tabel 2 Verdeling verkeer over de periodes spits, dag, nacht

Deze verdeling is gebaseerd op de verdeling over de dag in 2024 [12], aangezien 2025 door de werkzaamheden rondom Antwerpen (Beverentunnel) minder

representatief is. Hierbij is de aanname dat de verdeling over de dag geen significante verschuivingen zal laten zien.

Het percentage vrachtverkeer is eveneens afgeleid uit de verkeerscijfers van 2024 [11].

% vrachtverkeer spits	7%
% vrachtverkeer dag	13%
% vrachtverkeer nacht	15%

Tabel 3 Aandeel vrachtverkeer (voor beide buizen gelijk)

Voor bussen wordt de landelijke defaultwaarde van 1% aangehouden voor alle periodes en voor beide buizen.

2.2. Vervoer gevaarlijke stoffen

Eens in de vijf jaar wordt voor een groot aantal wegvakken het aantal transportbewegingen van vervoer van gevaarlijke stoffen geteld. Deze gegevens worden gepubliceerd op internet door RWS [7]. Hierbij worden in QRA-tunnels alle subcategorieën voor toxische vloeistoffen (LT) bij elkaar opgeteld en tevens alle categorieën van brandbare gassen (GF) bij elkaar opgeteld. Ook voor toxische gassen wordt slechts een categorie onderscheiden. Aangezien de Westerscheldetunnel een categorie *C* tunnel betreft zijn brandbare-en explosieve gassen en toxische gassen niet toegestaan door de tunnel.

In de gegevens in [7] worden totalen per wegvak gegeven. Gebruikelijk is de aanname dat 50% de ene kant op gaat en 50% de andere kant op. In de gevoeligheidsanalyse wordt ook gekeken naar een verdeling waarbij alle gevaarlijke stoffen één kant op gaan, alles door één buis dus. De digitale tellingen hebben plaats gevonden in april 2023 en zijn gebruikt voor de berekeningen. Het aantal getelde transporten gevaarlijke stoffen was in 2023 opvallend veel hoger dan in 2019.

Stofcategorie	**Tellingen 2023, beide richtingen**	**Basisberekening, 50% per buis**	**Gebruikte cijfers berekeningen 2025 tellingen 2019**	**Gebruikte cijfers QRA 2017**
I_expl, explosieven	0	0	0	0
I_LF1, brandbare vloeistoffen	40819	20410	2951	3760
I_LF2, brandbare vloeistoffen	30826	15413	3700	3970
I_LT, toxische vloeistoffen	20137	10069	1064	580
I_GF, brandbare gassen	0	0	0	0
I_GT, toxische gassen	0	0	0	0

Tabel 4 Vervoersgegevens gevaarlijke stoffen

2.3. Ongevalsfrequentie

De ongevalsfrequenties zijn afgeleid uit de registraties van incidenten in de periode vanaf 2013. In Bijlage B zijn de geregistreerde gegevens weergegeven en de ongevalsfrequenties omgerekend naar frequenties per voertuigkm. In onderstaande tabel zijn de resultaten hiervan samengevat.

Incidentfrequenties [per voertuigkm]	**Westbuis**	**Oostbuis**
Letselongevalsfrequentie	1,61E-08	1,87E-08
UMS frequentie	5,80E-08	1,06E-07
Pechincident frequentie	1,89E-06	1,78E-06

Tabel 5 Ongevalsfrequenties

2.4. Filefrequentie

In 2024 was er 24 keer sprake van een file ten gevolge van ongeval, pechgeval in de spits waardoor verkeer niet over 1 rijstrook door de tunnel kan rijden ten tijde van het pechgeval. Dit is gemiddeld 0,066 keer per etmaal. Een verdeling over de dag is daarbij niet bekend, of over de buizen is niet bekend. Aangenomen is ca. 50% van de files tijdens de spits en 50% tijdens de dag, gelijkmatig over beide buizen verdeeld.
Aangenomen is dat het aantal keren file (ten gevolge van incidenten) evenredig toeneemt met de toename van het verkeer. Voor 2025 geldt een toename van 15% t.o.v. 2024 vanaf 2025 tot 2035 is uitgegaan van een toename met 3% per jaar.

Gemiddeld aantal malen file per etmaal per periode	**Per buis 2025**	**Per buis 2035**
N_spits	0,0164	0,0254
N_dag	0,0164	0,0254
N_nacht	0	0

Tabel 6 Gemiddeld aantal malen file per periode

2.5. Defaultwaarden

Net als in [5] zijn de defaultwaarden voor de volgende faalkansen van voorzieningen aangepast, omdat dit de rekentijden van het model aanzienlijk versneld en het geen significante invloed op de resultaten heeft.

De volgende default variabelen hebben een afwijkende waarde.

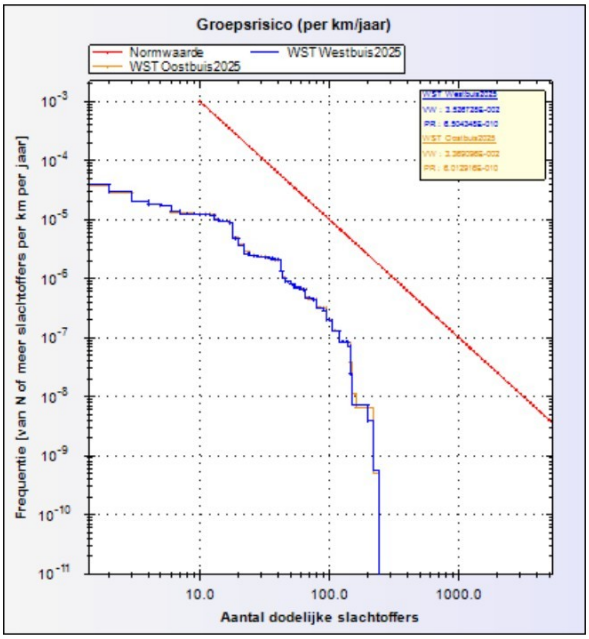
Naam	Huidige waarde	Default waarde	Omschrijving
P_f_snel	0	0,001	faalkans van het snelheidsdetectiesysteem
P_f_autom	0	0,001	faalkans van het automatisch opstarten
P_f_ontgr	0	0,001	faalkans van ontgrendelen (alle) vluchtdeuren
P_f_sluit	0	0,001	faalkans van ontgrendelen (alle) vluchtdeuren

Tabel 7 Aangepaste defaultwaarden

In bijlage C wordt de invloed van deze aanpassing op het resultaat getoond.

3 Resultaten

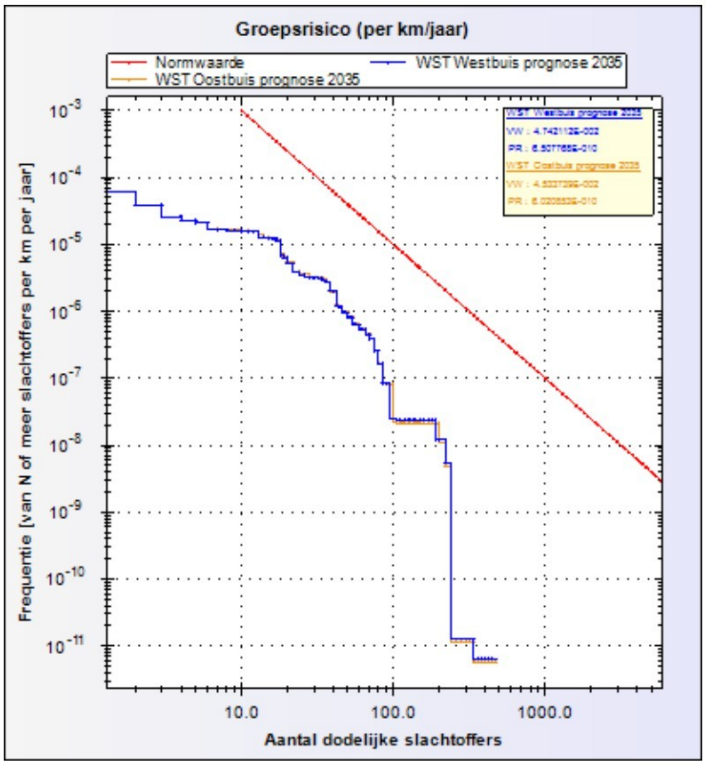
In onderstaande figuur zijn de groepsrisicocurven voor de tunnelbuizen weergeven. Hierin is tevens de norm voor het groepsrisico, zoals beschreven in artikel 6, lid 1 van de Warvw, aangegeven. Het groepsrisico en de norm zijn weergegeven in een grafiek waarin het aantal doden wordt uitgezet tegen de cumulatieve kans op dat aantal doden.



Figuur 1 Groepsrisico per tunnelbuis, realisatiecijfers 2025

Uit de grafiek blijkt dat voor beide tunnelbuizen het groepsrisico onder de norm ligt. Het groepsrisico is voor beide buizen vrijwel gelijk. Het groepsrisico ligt op ieder punt minstens een factor 27 onder de norm.

Er is tevens een berekening gedaan voor de prognose voor 2035. De resultaten hiervan zijn weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**. Voor beide buizen ligt het groepsrisico overal nog tenminste een factor 25 onder de norm.



Figuur 2 Groepsrisico op basis van prognoses 2035

4 Gevoeligheidsanalyse

Voor een aantal invoerwaarden is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, te weten:
- Ongevalsfrequentie en kans op brand
- Verkeersintensiteiten en filefrequentie (aantal malen stilstaand verkeer voorbij de tunnel per periode)
- Transportintensiteit gevaarlijke stoffen
- Verkeerssamenstelling: Percentage vrachtverkeer en bussen

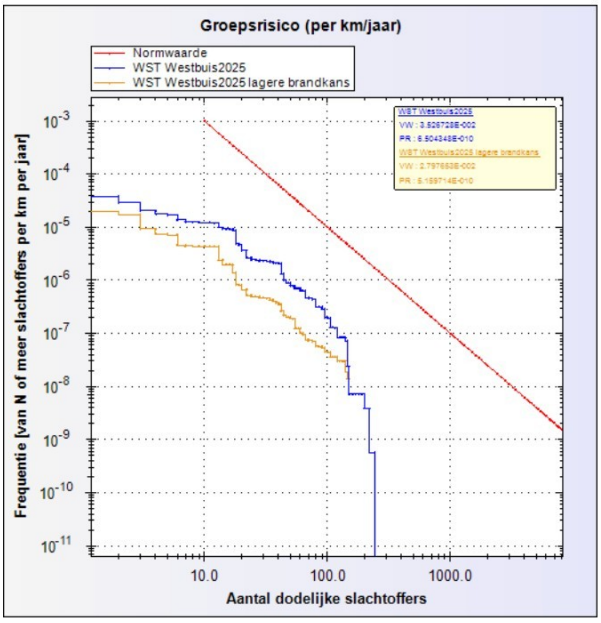
Voor de gevoeligheidsanalyse geldt dat deze alleen is uitgevoerd voor de westbuis, omdat daarmee al voldoende inzicht wordt verkregen in de invloed van de parameter op het risico. In de volgende paragrafen worden de resultaten gepresenteerd.

In paragraaf 4.5 is de invloed van de tegenverkeersituatie tijdens de onderhoudsnachten apart doorgerekend en is de invloed hiervan op het totale groepsrisico op jaarbasis getoond.

4.1. Ongevalsfrequentie en kans op brand

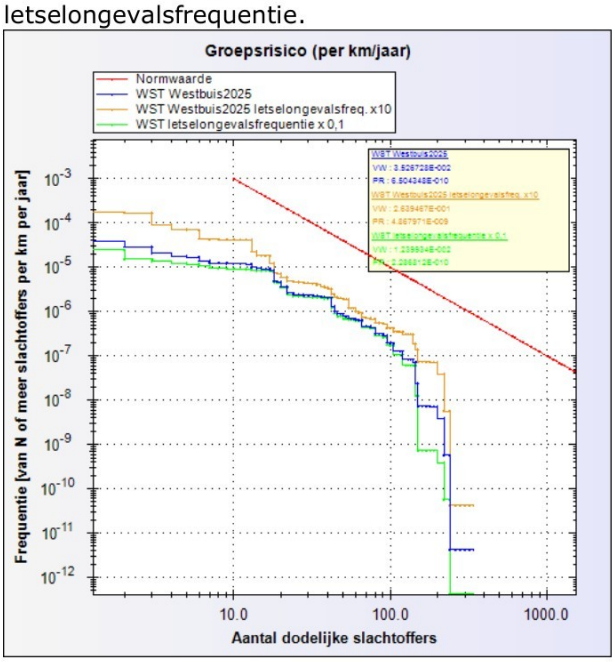
Voor de kans op een voertuigbrand geldt dat dit een invoerwaarde is die onafhankelijk is van de ongevalsfrequentie. De invloed van de brandkans wordt geïllustreerd in onderstaande grafiek. Hierin is de brandkans voor vrachtwagens een factor 10 lager genomen, omdat uit een TNO-rapport blijkt dat het aannemelijk is dat deze brandkans een factor 10 lager is [8]. Voor een correcte, genuanceerde toepassing van deze aangepaste kans, is een aangepaste versie van het model nodig. Daarom is deze factor 10 lagere kans nog niet in de basisberekening meegenomen en wordt deze hier in de gevoeligheidsanalyse getoond.

Uit de geregistreerde ongevalsdata van de N.V. Westerschelde [6] is ook af te leiden dat de brandfrequentie lager is. Op basis van de registraties is een gemiddelde brandfrequentie per voertuigkm 6,33E-09. In de gevoeligheidsanalyse is deze brandfrequentie meegenomen voor personenauto’s en bussen.



Figuur 3 Gevoeligheidsanalyse factor 10 lagere brandkans voor vrachtwagens, brandkansen personenauto's en bussen 6,3^{E}-9 op basis van statistieken WST.

Een lagere brandkans werkt vooral door in het groepsrisico tot ca. 200 slachtoffers. Vanaf 200 slachtoffers wordt het risico bepaald door ongevallen met gevaarlijke stoffen. De kans hierop wordt bepaald door de kans op een letselongeval. Om dit te illustreren is in de gevoeligheidsanalyse ook een 10x zo hoge en een 10x zo lage ongevalsfrequentie doorgerekend. De vergelijking tussen Figuur 3 en Figuur 4 laat ook zien dat het groepsrisico vanaf 200 slachtoffers wordt bepaald door de letselongevalsfrequentie.



Figuur 4 Gevoeligheidsanalyse invloed letselongevalsfrequentie x10 en 0,1

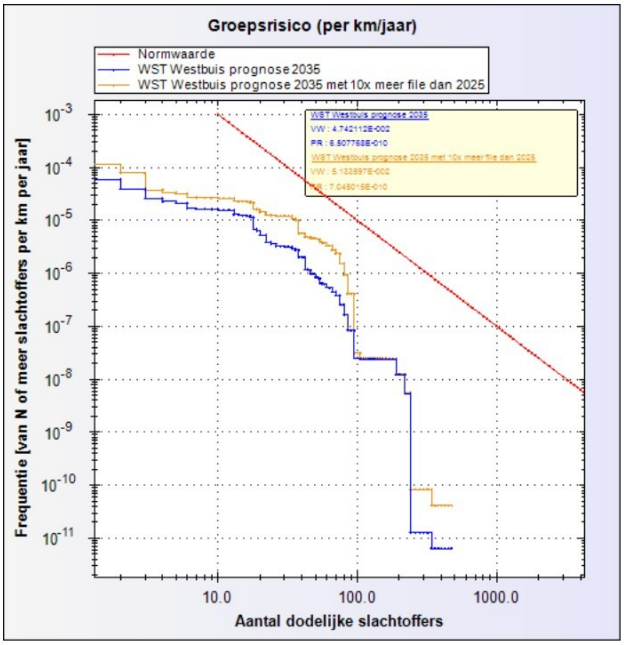
4.2. Verkeersintensiteiten en filekans (kans op stilstaand verkeer voorbij de tunnel)

In hoofdstuk 3 zijn zowel de verkeerscijfers van 2025 als de prognose voor 2035 doorgerekend. Onbekend is welke invloed dit heeft op het aantal files. In hoofdstuk 3 is gerekend met dezelfde procentuele toename in het aantal files als het verkeer. In deze gevoeligheidsanalyse is ook een grotere toename onderzocht, door 10x het aantal files uit 2025 te nemen (zie overzicht gegevens in Tabel 8).

Parameter	***Eenheid***	***Prognose 2035 Evenredige toename files***	***Gevoeligheidsanalyse Prognose 2035 met 10x zoveel file als in 2025***
I_buis	[mvt/jaar]	6.706.702	6.706.702
N_spits	[1/etmaal]	0,0254	0,165
N_dag	[1/etmaal]	0,0254	0,165
N_nacht	[1/etmaal]	0	0

Tabel 8 Invoergegevens gevoeligheidsanalyse verkeerscijfers en filekans

In de onderstaande figuur is af te lezen dat bij dezelfde verkeersintensiteiten maar een veel groter aantal files significante invloed op het groepsrisico heeft.



Figuur 4 Gevoeligheidsanalyse factor 10 hogere filekans bij prognosescijfers 2035

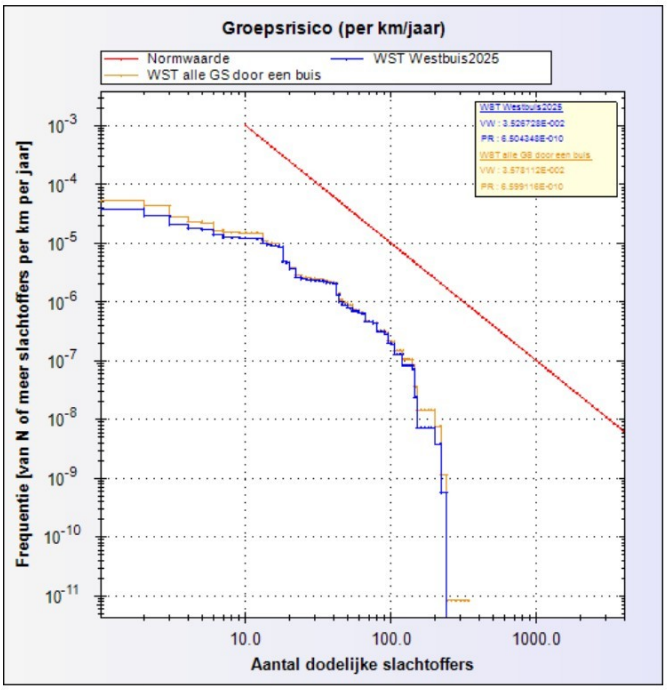
Het groepsrisico blijft nog wel een factor 7 onder de norm.

4.3. Gevaarlijke stoffen

In de basisberekening is uitgegaan van een 50-50 verdeling over de beide tunnelbuizen. Een andere verdeling is echter niet uitgesloten en in theorie is het ook mogelijk dat de gevulde wagens 100% door 1 tunnelbuis gaan en dat er door de andere tunnelbuis of buizen alleen lege wagens gaan (die in de cijfers niet zijn meegenomen). Om die reden wordt in de gevoeligheidsanalyse ook 100% door een buis beschouwd.

Stofcategorie	Gevoeligheidsanalyse, alles door 1 buis	Basisberekening, 50% per buis
I_expl, explosieven	0	0
I_LF1, brandbare vloeistoffen	40819	20410
I_LF2, brandbare vloeistoffen	30826	15413
I_LT, toxische vloeistoffen	20137	10069
I_GF, brandbare gassen	0	0
I_GT, toxische gassen	0	0

Tabel 9 Invoer gevoeligheidsanalyse vervoersgegevens gevaarlijke stoffen



Figuur 5: Toename vervoer gevaarlijke stoffen (100% toename) en realisatie alles door 1 buis

Een verdubbeling van het vervoer van gevaarlijke stoffen heeft maar een beperkte invloed op het groepsrisico, het groepsrisico blijft nog een met een factor 26 onder de norm.

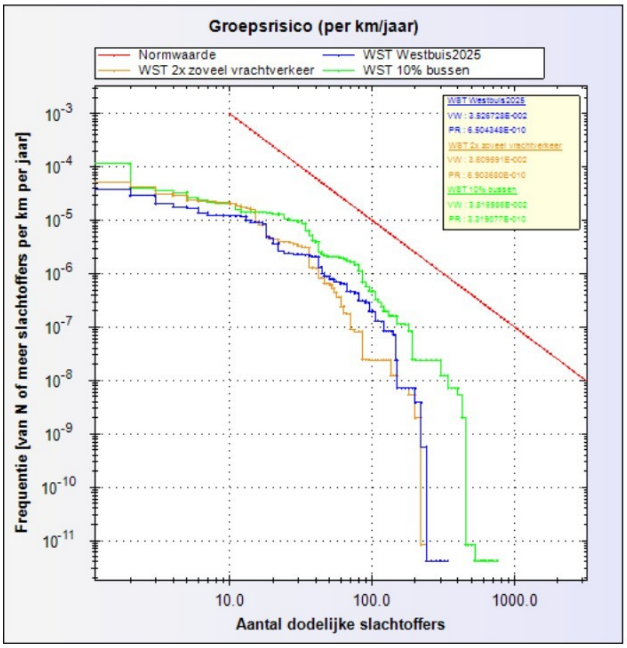
4.4. Verkeerssamenstelling

Het percentage vrachtverkeer kan mogelijk in de tijd variëren, in de gevoeligheidsanalyse is een verdubbeling van het aandeel vrachtverkeer doorgerekend. Voor het percentage bussen is uitgegaan van het landelijke gemiddelde. Om de gevoeligheid van het aantal bussen is een hoog percentage bussen (10%) doorgerekend. In beide gevallen is de totale intensiteit gelijk gehouden en is ten behoeve van deze variatie het aandeel personenauto's verlaagd. In de onderstaande tabel zijn de gehanteerde percentages opgenomen.

Parameter	**Basisberekening**	**Gevoeligheidsanalyses**	
		2x zoveel vrachtverkeer	***10% bussen***
A_auto_s	0,92	0,85	0,83
A_auto_d	0,86	0,73	0,77
A_auto_n	0,84	0,69	0,75
A_bus_s	0,01	0,01	0,1
A_bus_d	0,01	0,01	0,1
A_bus-n	0,01	0,01	0,1
A_vracht_s	0,07	0,14	0,07
A_vracht_d	0,13	0,26	0,13
A_vracht_n	0,15	0,3	0,15

Tabel 10 beschouwde variatie in de verkeerssamenstelling

Het berekende groepsrisico is weergegeven in Figuur 6.



Figuur 5 Gevoeligheidsanalyse 10% bussen en verdubbeling vrachtverkeer

Met name bij veel bussen neemt het groepsrisico toe, doordat er meer mensen in de tunnel aanwezig zijn. Een verhoging van het aandeel vrachtverkeer laat een verhoging tot ca. 40 slachtoffers zien. Dit wordt veroorzaakt door een hogere kans op een vrachtwagenbrand. Het hoger percentage vrachtverkeer leidt er ook toe dat het totaal aantal voertuigen in de tunnelbuis verminderd; aangezien ook het aantal inzittenden bij vrachtwagens gemiddeld lager is dan bij personenauto's, is het aantal aanwezigen in de tunnel (en aantal slachtoffers) dus lager. Hierdoor daalt het risico. Hierbij speelt ook een rol dat het aantal transporten gevaarlijke stoffen wel gelijk is gehouden.

4.5. Invloed tegenverkeer reguliere onderhoudsnachten

In de basisberekening is de invloed van de onderhoudsnachten op het totale risico niet meegenomen. Tijdens de onderhoudsnachten wordt tegenverkeer toegepast. In [6] is een overzicht opgenomen van het aantal onderhoudsnachten en schattingen van het totaal aantal passages per jaar in de periode 2013 t/m 2024.

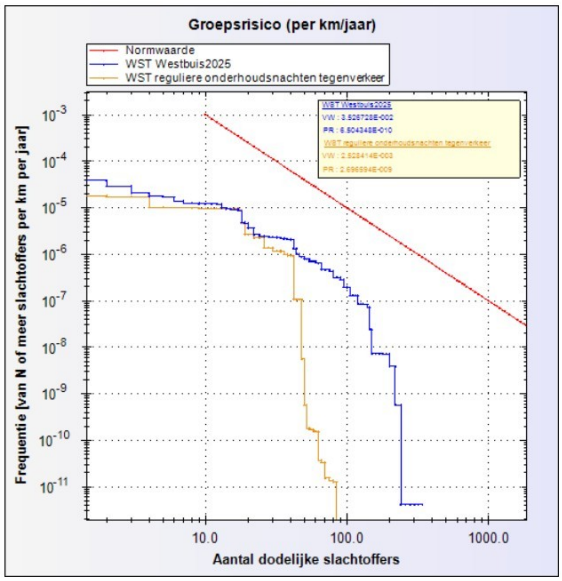
In 2025 waren er 14 onderhoudsnachten met naar schatting 5886 passages per nacht. In onderstaande tabel is de afleiding naar aantallen per uur gegeven. Aangenomen is dat dezelfde verdeling over personenvervoer, vrachtwagens en bussen kan worden gehanteerd als tijdens de normale nachten.

Passages onderhoudsnacht:	
aantal passages op jaarbasis	82.399
aantal onderhoudsnachten	14
per nacht	5886
# uren per onderhoudsnacht	6,5
passages per uur	905
personenauto's	84%
vrachtverkeer	15%
bussen	1%

Tabel 11 Passages tijdens een reguliere onderhoudsnacht met tegenverkeer

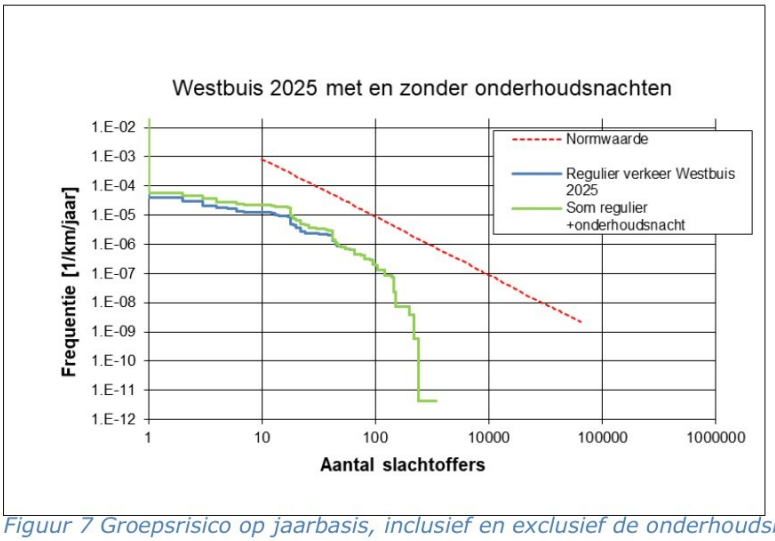
Het QRA-model berekent het risico op jaarbasis, maar bij de invoer moeten de gemiddelde hoeveelheden per etmaal worden ingevoerd. Het model rekent de verdeling over de dag om naar jaartotalen: 6,5x14 = 91 uren onderhoudsnacht komt overeen met 91/365=0,2493 uren per etmaal. Voor de perioden dag en spits is 1 voertuig (vrachtwagen) per uur gerekend, waarmee het risico in die perioden niet bijdraagt aan het berekende groepsrisico.

In Figuur 7is het berekende groepsrisico van de onderhoudsnachten met tegenverkeer weergegeven. Hierbij is ter vergelijking ook het risico voor de normale situatie voor het gehele jaar meegenomen (basisberekening Westbuis).



Figuur 6 Groepsrisico normale situatie en enkel onderhoudsnachten

In Figuur 7 is met de groene lijn het totale risico gepresenteerd, waarbij het risico tijdens de onderhoudsnachten met tegenverkeer is opgeteld bij het risico op jaarbasis exclusief de onderhoudsnachten. De blauwe lijn is het risico op jaarbasis waarbij de onderhoudsnachten niet zijn meegenomen (de basisberekening uit hoofdstuk 3). Uit deze grafiek kan worden afgelezen dat de bijdrage van de onderhoudsnachten op het totale risico erg beperkt is.



Figuur 7 Groepsrisico op jaarbasis, inclusief en exclusief de onderhoudsnachten

5 Risico tijdens de reparatie betonschade

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op het groepsrisico tijdens de reparatie. Gedurende een periode van 4 maanden zal de oostbuis worden afgesloten en zal er alleen verkeer plaatsvinden in de westbuis. Het verkeer door de westbuis zal worden gereguleerd. Hiervoor zijn 2 scenario's uitgewerkt. In de volgende paragrafen worden de verkeerscijfers behorende bij deze scenario's toegelicht en doorgerekend.

5.1. Verkeersscenario A: Blokrijden met ontheffingen

De voorkeursvariant waarvoor gekozen wordt is een blokrijd variant die 7 dagen in de week 24 uur zal gelden. De weg door de tunnel wordt gesloten verklaard en er is enkel toegang als een voertuig over een ontheffing beschikt. Om het uur wordt de verkeersrichting gewisseld. Het tunnelsysteem staat op tegenverkeer ingesteld en hier wordt functionaliteit aan toegevoegd. Dat betekent dat het verkeer afgewikkeld wordt over 1 rijstrook met een maximumsnelheid van 70 km/uur. De andere rijstrook is afgekruist. Onder het kruis mogen hulpdiensten met blauw passeren. Zowel in de op dat moment reguliere verkeersrichting als de tegengestelde verkeersrichting. De inschatting is dat dit er maximaal 3 per dag zullen zijn (dat is hoger ingeschat dan momenteel het geval). Zoals gebruikelijk tijdens tegenverkeer zijn de dwarsverbindingen ontgrendeld en werkt het verkeersdetectiesysteem. Er wordt functionaliteit toegevoegd in de tunnelbesturing waarbij afhankelijk van de verkeersrichting de ventilatie in de juiste richting wordt ingeschakeld bij het indrukken van de calamiteitenknop. Ook de camera's staan altijd gericht met de geldende verkeersstroom van het blok. Ook worden de evacuatiemogelijkheden van het tegenverkeerbedrijf uitgebreid en kan onafhankelijk van de verkeersrichting tot een gekozen camerapositie evacuatiebedrijf opstarten zoals bij normaal verkeer. Dit betekent dat de alarm stap uit borden en de automatische omroep om te evacueren vergelijkbaar is als bij normaal regulier verkeer.

Er zal sprake zijn van een flinke verkeersreductie waarbij de tunnelbuis 50 minuten te gebruiken is (10 minuten leegrijdtijd) de ene kant op en daarna de andere kant 50 minuten en weer leegrijdtijd. In deze 50 minuten zal nog sprake zijn van een reservecapaciteit van ongeveer 10 minuten om mogelijke pechgevallen op te kunnen vangen. Omdat een groot deel van de passanten geen toegang krijgt zal er sprake zijn van een grote inzet van bussen. Deze zullen vooraan in het blok passeren. Het is de bedoeling dat er tijdens de drukste delen van de dag (spitstijden) geen of minimaal vrachtverkeer toegang krijgt. Deze beperken de capaciteit en zullen veelal buiten de spits en in de nachtelijke uren kunnen passeren.

De verdeling over de dag is uitgewerkt in [9] voor een werkdag en een weekenddag. Voor de berekening in QRA-tunnels is een gewogen gemiddelde over de werkdag en weekend genomen, verdeeld over periodes spits dag en nacht. Omdat QRA-tunnels het risico op jaarbasis berekent, is voor de berekeningen gedaan alsof deze situatie een jaar duurt. Voor het werkelijke risico moet het risico nog vermenigvuldigd worden met 1/3 (= aantal maanden onderhoud/12).

Dit levert de volgende invoerwaarden voor de verkeersintensiteiten op:

Periode en verkeers-intensiteiten, week dag	Westbuis
T_spits [uur]	8
T_nacht [uur]	10
T_dag [uur]	6
I_buis [mvt/jaar]	4161000
I_spitsuur [mvt/uur]	475
I_daguur mvt/uur]	475
I_nachtuur [mvt/uur]	475

Verkeers-samenstelling	Westbuis	personen per voertuig
A_auto_s	0,585	3
A_auto_d	0,585	3
A_auto_n	0,590	2 (3)[1]
A_bus_s	0,073	50
A_bus_d	0,040	50
A_bus_n	0,007	50
A_vracht_s	0,342	1,2
A_vracht_d	0,375	1,2
A_vracht_n	0,403	1,2

Tabel 12 Verkeerscijfers scenario A tijdens betonreparatie

Verder is er gerekend zonder files en verkeer over 1 rijstrook. De ongevalscijfers en het aantal vervoergevaarlijk stoffen is gelijk gehouden als in de basisberekening.

5.2. Verkeersscenario B, normaal verkeer met 1x per uur konvooi

In deze variant staat in de uren op week- en weekenddagen van 5 tot 21 uur het systeem op normaal verkeer, met 10 minuten per uur een konvooi in de andere richting

Aangenomen wordt dat er maximaal 70 procent van het normale verkeer dat passeert in de richting noord-zuid blijft rijden, (zelfde verdeling als in de eerste beschouwingen van 2025, alleen meer bussen maximaal 30 per uur extra)

Tijdens het doorlaten van het konvooi in tegengestelde richting van zuid naar noord door de Westbuis wordt de reguliere verkeersstroom gestopt. Het aantal voertuigen in het konvooi bedraagt:

- In de spits per uur:
  - 30 bussen met 50 inzittenden
  - 15 vrachtwagens met 1,2 inzittenden
  - 5 auto's of kleine busjes met gemiddeld 3 inzittenden
- Daguren:
  - 20 bussen met 50 inzittenden
  - 15 vrachtwagens met 1,2 inzittenden
  - 5 auto's of kleine busjes met gemiddeld 3 inzittenden

Tijdens de rustige avond/nachturen (van 21.00- 05.00 uur) zijn de verkeersaantallen gelijk aan die tijdens de normale onderhoudsnachten afgewikkeld (zie ook paragraaf 4.5). Wel wordt er dan blokverkeer toegepast.

Ventilatie zal tijdens het passeren van het konvooi handmatig in de rijrichting van het konvooi (waarin de bussen als eerste rijden en daarna de vrachtwagens) worden

[1] In het model kan het aantal inzittenden niet per periode worden gevarieerd

ingeschakeld en aan het einde van het konvooi worden uitgeschakeld. Er wordt door de operator handmatig met het konvooi met de camera's meegeschouwd.
Voor de QRA-berekening zal daarom worden ingesteld dat er wel ventilatie en stilstanddetectie is.

Dit levert op jaarbasis de volgende verkeersverdeling op:

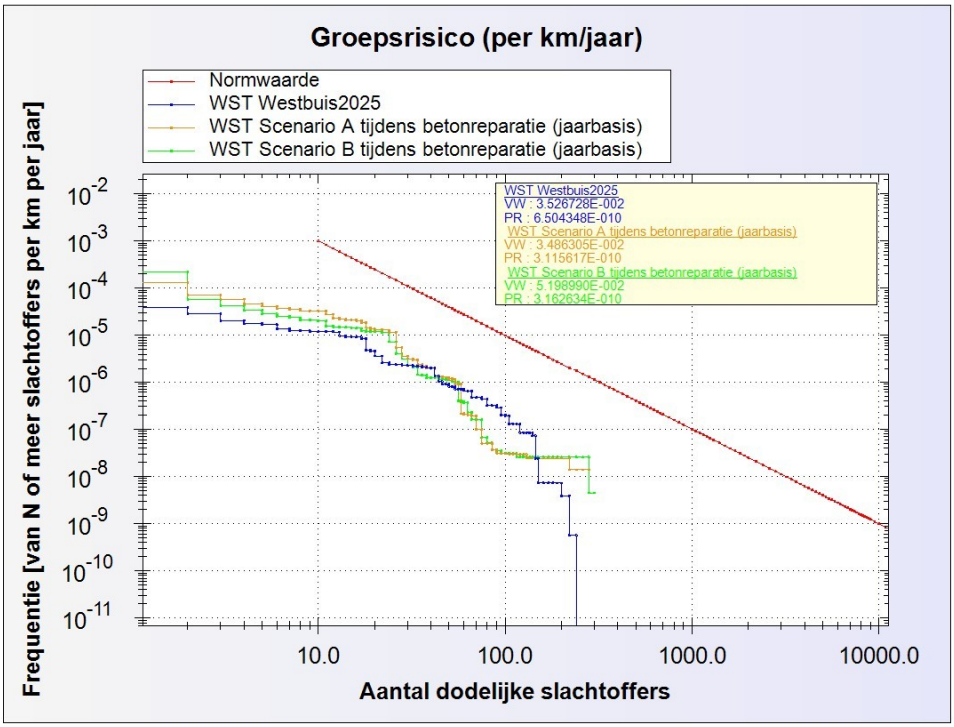
Periode en verkeers-intensiteiten, week dag	**Westbuis**
T_spits [uur]	2,9
T_nacht [uur]	7,5
T_dag [uur]	13,6
I_buis [mvt/jaar]	6901232
I_spitsuur [mvt/uur]	937
I_daguur [mvt/jaar]	691
I_nachtuur [mvt/uur]	905

Verkeers-samenstelling	**Westbuis**	personen per voertuig
A_auto_s	0,82	1,5
A_auto_d	0,82	1,5
A_auto_n	0,84	1,5
A_bus_s	0,08	45
A_bus_d	0,07	44 (45)
A_bus_n	0,01	22 (45)
A_vracht_s	0,10	1
A_vracht_d	0,11	1
A_vracht_n	0,15	1

Tabel 13 Verkeerscijfers scenario B tijdens betonreparatie

5.3. Berekende groepsrisico's scenario A en B

Het groepsrisico van de scenario's A en B is weergegeven in Figuur 8. Ter vergelijking is ook het groepsrisico voor de reguliere situatie op jaarbasis weergegeven.



Figuur 8 Groepsrisico bij scenario's A en B tijdens de betonreparatie in vergelijking met het reguliere risico, beide gerekend alsof situatie het hele jaar duurt.

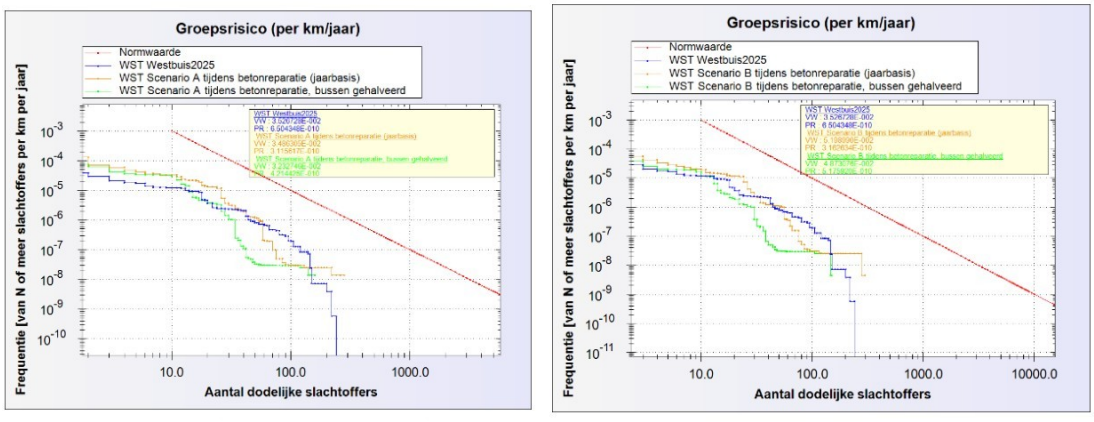
Af te lezen uit de grafiek is dat het groepsrisico tijdens de betonreparatie wel hoger is maar dat het groepsrisico nog wel onder de norm blijft. Het groepsrisico van scenario A ligt iets hoger dan scenario B. Bij scenario A ligt het groepsrisico overal nog tenminste een factor 12,5 onder de norm. Voor scenario B ligt het groepsrisico overal tenminste een factor 15 onder de norm. Aangezien de periode "slechts" 4 maanden duurt zou voor het risico op jaarbasis gecorrigeerd moeten worden door een gewogen gemiddelde tussen het risico tijdens de betonreparatie en het reguliere risico te nemen.

5.4. Gevoeligheidsanalyse scenario A en B, busbezetting

Een belangrijk kenmerk van de verkeersscenario's door de westbuis tijdens de betonschade reparatie is de inzet van bussen. In de scenario's wordt rekening gehouden met een grote inzet van bussen met een hoge bezetting. In de gevoeligheidsanalyse is gekeken hoe het risico wordt beïnvloed door het aantal bussen en de bezetting door deze te halveren, zie de aangepaste invoerwaarden in Tabel 14.

	Basisberekening				**Gevoeligheidsanalyse**			
	Scenario A		**Scenario B**		**Scenario A**		**Scenario B**	
	Verkeers-samen-stelling	personen per voertuig	**Verkeers-samen-stelling**	personen per voertuig	**Verkeers-samen-stelling**	personen per voertuig	**Verkeers-samen-stelling**	personen per voertuig
A_auto_s	0,585	3	0,82	1,5	0,6215	3	0,86	1,5
A_auto_d	0,585	3	0,82	1,5	0,605	3	0,855	1,5
A_auto_n	0,590	3	0,84	1,5	0,587	3	0,84	1,5
A_bus_s	0,073	50	0,08	45	0,0365	25	0,04	25
A_bus_d	0,040	50	0,07	45	0,02	25	0,035	25
A_bus_n	0,007	50	0,01	45	0,01	25	0,01	25
A_vracht_s	0,342	1,2	0,10	1	0,342	1,2	0,10	1
A_vracht_d	0,375	1,2	0,11	1	0,375	1,2	0,11	1
A_vracht_n	0,403	1,2	0,15	1	0,403	1,2	0,15	1

Tabel 14 Invoer gevoeligheidsanalyse aantal bussen en bezetting



Figuur 9 Gevoeligheidsanalyse aantal bussen en bezetting (gehalveerd)

Vergelijking tussen de uitkomsten laat zien dat het risico wel een stuk lager wordt met een lagere busbezetting, maar niet tot echt andere inzichten leidt.

6 Conclusies

Uit de voorgaande berekeningen blijkt dat het risico onder de norm voor het groepsrisico blijft. Dit betekent dat de tunnel aan deze wettelijke veiligheidseis voldoet (Warvw, artikel 6). Met de gevoeligheidsanalyse is tevens aangetoond dat deze conclusie robuust is met betrekking tot eventuele toenames in het verkeersaanbod.

In dit rapport zijn ook de risico's voor de periode tijdens de betonreparatie beschouwd. Hiervoor zijn 2 verkeersscenario's uitgewerkt. Doorrekening van deze scenario's laat zien dat beide scenario's geen knelpunten ten aanzien van de risiconormering opleveren.

7 Referenties

[1] Format QRA-rapportage, LTS versie 1.3

[2] QRA-tunnels, softwareprogramma versie 2.0, build 056

[3] Gebruikershandleiding QRA-tunnels 2.0, *RWS Steunpunt tunnelveiligheid, 2 februari 2012*

[4] Achtergronddocument QRA-tunnels 2.0, *RWS Steunpunt tunnelveiligheid, 2 februari 2012*

[5] Kwantitatieve risicoanalyse (QRA) Westerscheldetunnel, *Sweco*, 23 juni, 2017

[6] Excell, input QRA met totalen 2025 herzien*, Westerscheldetunnel N.V. dd.8-05-2026*

[7] Meest recente werkelijke intensiteiten van het transport van gevaarlijke stoffen (2024) | Rijkswaterstaat Publicatie Platform

[8] De statistische kans op brand, TNO 2012 R 11094, R.M.L. Nelisse, A.C.W.M. Vrouwenvelder

[9] Excell, Tabel passages per categorie (tijdens renovatie). Westerscheldetunnel N.V dd. 8-5-2025

[10] Beschouwing tegenverkeer QRA Westerscheldetunnel, RWS Steunpunt Tunnelveiligheid, dd. 23-07-2025

[11] Kopie van VA's per uur, *Westerscheldetunnel N.V.* realisatie 2024, dd. 17-12-2024

[12] Excell, Kopie van Input verkeerscijfer, Westerscheldetunnel N.V., verdeling over de dag, realisatie 2024, dd. 21-1-2024

[13] Breakdowns, accidents and fires in road tunnels statistics, *Centre d'Études des Tunnels,* Februari 2022

[14] Veiligheidsbeheerplan, systeembeschrijving, Westerscheldetunnel N.V doc.nr. 2014.48301, dd. 01-05-2026

Bijlage A Invoerwaarden QRA

Daar waar de invoerwaarden afwijken van de eerdere QRA-rapportage uit 2017 [5] zijn de waarden uit [5] eveneens aangegeven in grijs, cursief

Geometrie	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
L_buis [m]	6.600	6.600	[14]	lengte (gesloten deel) van de tunnelbuis
L_neer [m]	1.200	1.200	[14]	lengte neergaand deel van de tunnelbuis
L_hor [m]	4.200	4.200	[14]	lengte horizontale deel van de tunnelbuis
L_op [m]	1.200	1.200	[14]	lengte opgaand deel van de tunnelbuis
B_buis [m]	8.4	8.4	[14]	breedte van het wegdek (tussen opstaande randen)
L_hart [m]	250	250	[14]	hart-op-hart afstand van de vluchtdeuren
N_rij [m]	2	2	[14]	aantal rijstroken in de tunnelbuis
N_tot_rijstroken	4	4	[14]	Totaal aantal rijstroken in de tunnelbuizen voor verkeer van de tunnel
N_vlucht	0	0	[14]	aantal vluchtstroken in de tunnelbuis

Voorzieningen	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
A_oper	Ja	Ja	[14]	houdt een operator (in controlekamer) toezicht op de tunnel?
A_vent	Ja	Ja	[14]	is een langsventilatiesysteem aanwezig?
A_luid	Ja	Ja	[14]	is een HF en/of luidsprekersysteem aanwezig?
A_bekl	Ja	Ja	[14]	is hittewerende bekleding aanwezig?
A_blus	Ja	Ja	[14]	zijn brandblusmiddelen aanwezig?
A_comm	Ja	Ja	[14]	is alarmering door weggebruiker mogelijk (noodtelefoon in hulppost aanwezig en/of mobiele telefonie mogelijk)?
A_snel	Ja	Ja	[14]	is een snelheidsdetectiesysteem aanwezig?
A_brand_temp	Nee	Nee	[14]	is branddetectie met temperatuurmeting aanwezig?
A_brand_CO	Nee	Nee	[14]	is branddetectie met CO-meting aanwezig?
A_brand_zicht	Ja	Ja	[14]	is branddetectie met zichtmeting aanwezig?
H_zicht [m]	1.000	1.000	[14]	hart-op-hart afstand van zichtmeting
A_calam	Ja	Ja	[14]	beschikt de operator over een calamiteitenknop?
A_sluit	verkeerslicht_en_slagboom	verkeerslicht_en_slagboom	[14]	is het afsluiten van de tunnelbuis mogelijk?
L_afsluit [m]	450	450	[14]	de afstand tussen de plaats waar de tunnelbuis wordt afgesloten en de ingang van de tunnelbuis
A_deur	vergrendeld	vergrendeld	[14]	zijn er vluchtdeuren in de verkeersbuis, en zo ja, welk type?

Voorzieningen	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
T_vertontgr [min]	0	0	[14]	tijdsvertraging bij het ontgrendelen van de vluchtdeuren
K_vlucht	middenwand	middenwand	[14]	wand waarin de vluchtdeuren zijn aangebracht
C_autventsnel	Ja	Ja	[14]	wordt ventilatiesysteem aangestuurd door snelheidsdetectie?
C_autventbrand	Ja	Ja	[14]	wordt ventilatiesysteem aangestuurd door branddetectie?
C_autdeursnel	Nee	Nee	[14]	worden vluchtdeuren ontgrendeld bij snelheidsdetectie?
C_autdeurbrand	Nee	Nee	[14]	worden vluchtdeuren ontgrendeld bij branddetectie?
C_calvent	Ja	Ja	[14]	start ventilatie bij gebruik calamiteitenknop?
C_calsluit	Ja	Ja	[14]	wordt de verkeersbuis afgesloten bij gebruik calamiteitenknop?
C_caldeur	Ja	Ja	[14]	worden vluchtdeuren ontgrendeld bij gebruik calamiteitenknop?
C_riool [m3/min]	6	6	[14]	capaciteit van de riolering
T_snelaut [min]	1	1	[14]	tijdsduur tussen snelheidsdetectie en automatisch opstarten

Motorvoertuigen	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
V_auto [km/uur]	100	100	[14]	gemiddelde snelheid van personenauto's
V_bus [km/uur]	80	80	[14]	gemiddelde snelheid van bussen
V_vracht [km/uur]	80	80	[14]	gemiddelde snelheid van vrachtauto's
N_auto[pers/mvt]	1,5	1,5	defaut	gemiddeld aantal inzittenden in een personenauto
N_bus [pers/mvt]	22	22	default	gemiddeld aantal inzittenden in een bus
N_vracht [pers/mvt]	1	1	default	gemiddeld aantal inzittenden in een vrachtauto
FR_nietzelfredzm	0,003	0,003	default	fractie alleen reizende, niet-zelfredzame weggebruikers
L_auto [m/mvt]	6,73	6,73	default	gemiddeld ruimtebeslag personenauto in een file
L_vracht [m/mvt]	15,62	15,62	default	gemiddeld ruimtebeslag vrachtauto of bus in een file

Periode en verkeers-intensiteiten	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
T_spits [uur]	2,9 *5*	2,9 *5*	[11] *[5]*	gemiddeld aantal uren 'spits' per etmaal in de tunnelbuis

T_nacht [uur]	11.1 *10*	11.1 *10*	[11] *[5]*	gemiddeld aantal uren 'nacht' per etmaal in de tunnelbuis
T_dag [uur]	10 *9*	10 *9*	[11] *[5]*	aantal uren per etmaal dat het 'dag' (niet spits of nacht) is
I_buis [mvt/jaar] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	5.156.976 *6.930.545* *6.000.000*	4.990.416 *6.706.702* *6.000.000*	[6] Prognose *[5]*	verkeersintensiteit per jaar in de tunnelbuis
I_spitsuur [mvt/uur] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	1224 1644 *1479*	1184 *1591* *1479*	[11] Prognose *[5]*	gemiddelde verkeersintensiteit in de buis per spitsuur
I_nachtuur [mvt/uur] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	167 *225* *164*	162 *218* *164*	[11] Prognose *[5]*	gemiddelde verkeersintensiteit in de buis per nachtuur
I_daguur [mvt/uur]	872 1172 *823*	844 1134 *823*	Uitkomst model	gemiddelde verkeersintensiteit per 'daguur'

Verkeers-samenstelling	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
A_auto_s	0,92 *0,87*	0,92 *0,87*	[12] *[5]*	fractie personenauto's (of motor) tijdens de 'spits'
A_auto_d	0,86 *0,87*	0,86 *0,87*	[12] *[5]*	fractie personenauto's (of motor) tijdens de 'dag'
A_auto_n	0,84 *0,87*	0,84 *0,87*	[12] *[5]*	fractie personenauto's (of motor) tijdens de 'nacht'
A_bus_s	0,01	0,01	default	fractie bussen tijdens de 'spits'
A_bus_d	0,01	0,01	default	fractie bussen tijdens de 'dag'
A_bus_n	0,01	0,01	default	fractie bussen tijdens de 'nacht'
A_vracht_s	0,07 *0,12*	0,07 *0,12*	[12] *[5]*	fractie vrachtauto's tijdens de 'spits'
A_vracht_d	0,13 *0,12*	0,13 *0,12*	[12] *[5]*	fractie vrachtauto's tijdens de 'dag'
A_vracht_n	0,15 *0,12*	0,15 *0,12*	[12] *[5]*	fractie vrachtauto's tijdens de 'nacht'

Gevaarlijke stoffen	Oostbuis	Westbuis	Bron	Omschrijving
I_expl [mvt/jaar]	0	0	[7]	aantal vrachtwagens geladen met explosieven (E) per jaar in de tunnelbuis
I_LF1 [mvt/jaar]	20410 *3760*	2951 *3760*	[7] *[5]*	aantal (volle) tankwagens met stofcategorie LF1 (brandbare vloeistof gevaarsklasse 1) per jaar in de tunnelbuis

I_LF2 [mvt/jaar]	15413 *3970*	3700 *3970*	[7] *[5]*	aantal (volle) tankwagens met stofcategorie LF2 (brandbare vloeistof gevaarsklasse 2) per jaar in de tunnelbuis
I_LT [mvt/jaar]	10069 *580*	1064 *580*	[7] *[5]*	aantal (volle) tankwagens met toxische vloeistof (LT) per jaar in de tunnelbuis
I_GF [mvt/jaar]	0	0	[7]	aantal (volle) druktankwagens met brandbaar tot vloeistof verdicht gas (GF) per jaar in de tunnelbuis
I_GT [mvt/jaar]	0	0	[7]	aantal (volle) druktankwagens met toxisch tot vloeistof verdicht gas (GT) per jaar in de tunnelbuis

File benedenstrooms	**Oostbuis**	**Westbuis**	**Bron**	**Omschrijving**
N_spits [1/etmaal] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	0,0165 0,0254 *0,07*	0,0165 0,0254 *0,07*	[6] *[5]*	het aantal keren (per etmaal) dat er tijdens de periode 'spits' (nagenoeg) stilstaand verkeer in de buis komt te staan
N_dag [1/etmaal] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	0,0165 0,0254 *0*	0,0165 0,0254 *0*	[6] *[5]*	het aantal keren (per etmaal) dat er tijdens de periode 'dag' (nagenoeg) stilstaand verkeer in de buis komt te staan
N_nacht [1/etmaal] 2025 *2035* *Prognose 2035 uit [5]*	0 *0*	0 *0*	[6] *[5]*	het aantal keren (per etmaal) dat er tijdens de periode 'nacht' (nagenoeg) stilstaand verkeer in de buis komt te staan
T_filemax [min]	9	9	[14]	maximale tijdsduur voor de opbouw van een benedenstroomse file in de tunnelbuis
N_filerij -	2	2	[14]	aantal rijstroken waarover een benedenstroomse file zich kan opbouwen in de tunnelbuis

Incidentkans	**Oostbuis**	**Westbuis**	**Bron**	**Omschrijving**
F_pech_neer [1/mvtkm]	$1{,}78^{E}$-06 *$5{,}33^{E}$-6*	$1{,}89^{E}$-06 *$5{,}33^{E}$-6*	Bijlage B en [10]	kans op pech
F_UMS_op [1/mvtkm]	1,06-07 *$1{,}07^{E}$-6*	$5{,}80^{E}$-08 *$1{,}07^{E}$-6*	Bijlage B en [10]	kans op UMS
F_letsel_op [1/mvtkm]	$1{,}87^{E}$-08 *$1{,}07^{E}$-7*	$2{,}09^{E}$-08 *$1{,}07^{E}$-7*	Bijlage B en [10]	kans op letselongeval
F_brand_auto [1/mvtkm]	2 ^{E}-08	2 ^{E}-08	Bijlage B en [10]	kans op brand van personenauto's
F_brand_bus [1/mvtkm]	2 ^{E}-08	2 ^{E}-08	Bijlage B en [10]	kans op brand van bussen
F_brand_vracht [1/mvtkm]	2 ^{E}-08	2 ^{E}-08	[8] en [10]	kans op brand van vrachtauto's

Bijlage B Inschatting incidentfrequenties

Voor het bepalen van de kansen op pech, UMS (uitsluitend materiele schade en letselongevallen is een gemiddelde berekend over de afgelopen 13 jaar (2013-2025) uit de ervaringscijfers van de Westerscheldetunnel.

Naam	**Westbuis**	**Oostbuis**	**Tegenverkeer in de nacht**
totaal aantal ongevallen 2013 – 2025	23	40	
letsel ongevallen 2013 - 2025	5	6	2
Pechgevallen 2013 – 2025 (incl brand)	586	753	
Aantal keren brand	2	2	
Gemiddeld hoeveelheid verkeer 2013- 2025 (vtg)	3.616.772	3.748.023	
aantal jaar data	13	13	
Totaal aantal passages tegenverkeer in periode 2013-2025			1.488.396
lengte traject [km]	6,6	6,6	6,6
frequentie pechgeval	1,89E-06	1,78E-06	
letselongeval frequentie	1,61E-08	1,87E-08	2,04E-07
frequentie UMS	5,80E-08	1,06E-07	
Frequentie brand	*6,45E-09*	*6,22E-09*	

Tabel 15: Bepalen ongevalsfrequentie

Hierbij wordt opgemerkt dat het aantal geregistreerde ongevallen tijdens de nacht 2 is, en het aantal voertuigpassages bijna 1,5 miljoen. Dit is een betrekkelijk laag aantal, waardoor het twijfelachtig is of hieruit een betrouwbare ongevalsfrequentie kan worden afgeleid. De eenvoudige rekensom laat zien dat met deze aantallen de letselongevalsfrequentie hoger is dan bij normaal verkeer. Uit onderzoek van het Franse CETU [13] is op een veel grotere dataset van tunnels met twee richtingverkeer juist geconcludeerd dat de ongevalskans bij tweerichtingsverkeertunnels lager is.

Naar analogie van de beschouwing van tegenverkeer uit 2025 [10] is ervoor gekozen om voor de situatie met tegenverkeer dezelfde ongevalskans te hanteren als voor de oostbuis in de normale verkeerssituatie.

Bijlage C Afwijkende defaultwaarden

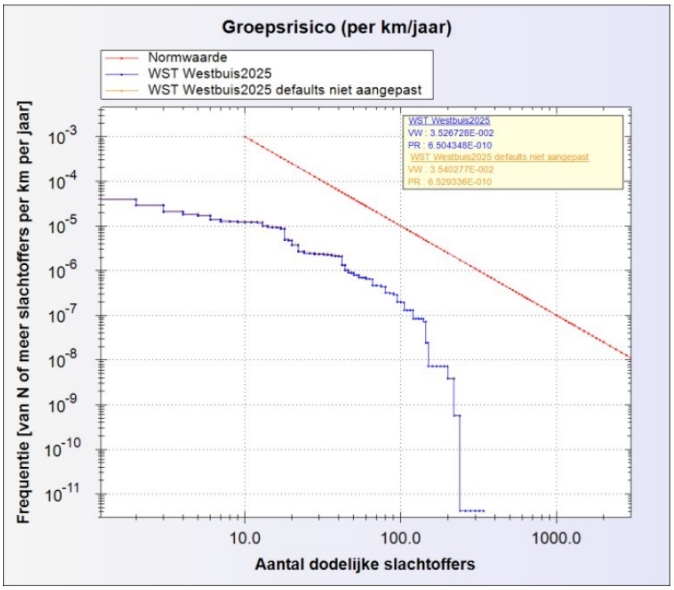
Net als in [5] zijn de defaultwaarden voor de volgende faalkansen van voorzieningen aangepast, omdat dit de rekentijden van het model aanzienlijk versneld (ca 9 x zo snel) en het geen significante invloed op de resultaten heeft.

De volgende default variabelen hebben een afwijkende waarde.

Naam	Huidige waarde	Default waarde	Omschrijving
P_f_snel	0	0,001	faalkans van het snelheidsdetectiesysteem
P_f_autom	0	0,001	faalkans van het automatisch opstarten
P_f_ontgr	0	0,001	faalkans van ontgrendelen (alle) vluchtdeuren
P_f_sluit	0	0,001	faalkans van het afsluiten van de tunnelbuis

Tabel 16 Aangepaste defaultwaarden

In onderstaande figuur is de invloed van deze parameters op het risico te zien.



Figuur 10 Invloed defaultwaarden faalkansen detectie

Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

J Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen