



Omgevingsmaatregelen externe veiligheid weg en water

Inventarisatie
omgevingsmaatregelen

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0502836.100
definitief revisie 1.0
28 november 2025

Omgevingsmaatregelen externe veiligheid weg en water

Inventarisatie omgevingsmaatregelen

projectnummer 0502836.100
definitief revisie 1.0
28 november 2025

Auteur(s)

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Postbus 20906
2500 EX Den Haag

Colofon

Projectgroep

W.W.H.G. Gruijters
R.H. Kouwen
K. Heinst

Gecontroleerd

R.H. Kouwen

datum

28 november 2025

beschrijving

Definitief

vrijgave

WG



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Scope en uitgangspunten	4
1.3	Leeswijzer	7
2.	Overzicht maatregelen en conclusies	8
3.	Analyse maatregelen	10
3.1	Omgevingsmaatregelen in het bredere perspectief	10
3.2	Maatregelen analyse weg	10
3.3	Maatregelen analyse water	16
4.	Kader en scenario's	21
4.1	Wettelijk kader omgevingsveiligheid	21
4.2	Scenario's bij Basisnet weg en water	21
4.3	Brand	21
4.4	Explosies	23
4.5	Toxische wolk	24
5.	Opmerkingen en aanbevelingen	25

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Bij het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg en water moet binnen aandachtsgebieden (die gelden voor routes uit het Basisnet) rekening worden gehouden met de effecten van een ongeval met gevaarlijke stoffen.¹ Om mensen in gebouwen en op locaties te beschermen is er binnen deze aandachtsgebieden de mogelijkheid om met behulp van maatregelen het effect van een incident voor de omgeving te beperken. Er is een breed scala aan maatregelen mogelijk: van bouwkundige maatregelen aan gebouwen in de omgeving tot maatregelen die de effecten van een incident bij de bron beperken. Antea Group is door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gevraagd om een inventarisatie rapportage op te stellen die zich richt op de effectbeperkende maatregelen in de directe nabijheid van de infrastructuur.

Deze inventarisatie heeft tot doel als praktisch en overzichtelijk hulpmiddel te dienen voor het afwegen van effectbeperkende omgevingsmaatregelen binnen de aandachtsgebieden van het basisnet weg en water. Dit is relevant voor Rijkswaterstaat bij projectbesluiten en voor gemeenten bij ruimtelijke ontwikkelingen langs deze infrastructuur. De inventarisatie schetst mogelijke maatregelen die veiligheidswinst voor te beschermen gebouwen op kunnen leveren. Deze rapportage is aanvullend op bestaande onderzoeken en richt zich specifiek op maatregelen in de directe nabijheid van de infrastructuur, met als doel om beleidsmakers en initiatiefnemers te ondersteunen bij het maken van onderbouwde keuzes voor de afweging van maatregelen binnen aandachtsgebieden.

1.2 Scope en uitgangspunten

Deze rapportage kent een specifieke afbakening op basis van de doelgroep, het type maatregelen en de daarbij behorende ruimtelijke afbakening. Het bevat geen beoordeling over het wel of niet treffen van een maatregel in specifieke omstandigheden. In de afweging van maatregelen kan het aspect 'kans' worden meegenomen. Echter staat dit aspect binnen deze rapportage buiten beschouwing. Deze rapportage kijkt alleen naar de potentiële effecten van een ongeval voor de omgeving.

In deze inventarisatie is ingegaan op de omschrijving van mogelijke maatregelen in het overgangsgebied.² Voor deze maatregelen wordt feitelijke informatie geboden over toepassing, kosten en veiligheidswinst. Het doel van deze maatregelen is om de effecten van een incident op de omgeving (mensen in gebouwen en op locaties) te minimaliseren.

Uit deze scope volgt ook de onderzoeksvraag die centraal staat: welke ruimtelijke/planologische maatregelen binnen de aandachtsgebieden basisnet weg en water bestaan er of kunnen ontwikkeld worden voor het overgangsgebied?

Doelgroep

Deze inventarisatie van de omgevingsmaatregelen is primair bedoeld als hulpmiddel voor Rijkswaterstaat. Met als doel om een startpunt te geven met informatie omtrent maatregelen die bij projectbesluiten afgewogen kunnen worden of – en zo ja: welke – maatregelen nodig zijn. Daarnaast is de rapportage ook bruikbaar voor decentrale overheden (gemeenten en provincies). Zij kunnen de rapportage gebruiken bij het afwegen van maatregelen bij het motiveren van ruimtelijke ontwikkelingen langs basisnet weg en water routes. De concrete doelgroep is dan ook als volgt:

- Rijkswaterstaat;
- Gemeenten;
- Provincies.

¹ Dit volgt uit de Omgevingswet en geldt zowel voor ruimtelijke besluiten en projectbesluiten.

² Overgangsgebied: gebied tussen de bron en bebouwing. Dit is nader toegelicht onder de ruimtelijke afbakening.

Positionering omgevingsmaatregelen in gehele omgevingsveiligheidsafweging

Het treffen van omgevingsmaatregelen staat niet op zichzelf. Het maakt onderdeel van een brede afweging om de effecten van een ongeval voor de omgeving te beperken (in willekeurige volgorde):

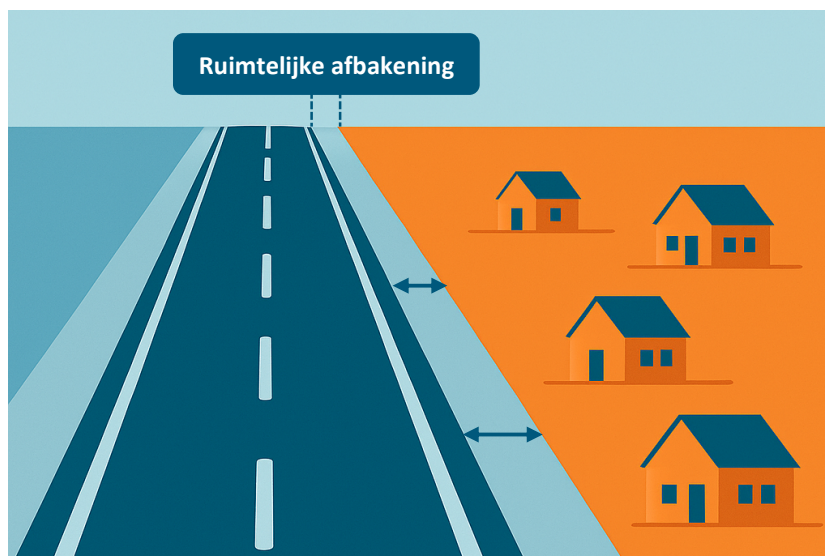
- Bronmaatregelen;
- Afstand houden tot de risicobron;
- Beperken van personendichtheden in nabijheid van de risicobron;
- **Omgevingsmaatregelen;**
- Bouwkundige maatregelen;
- Vlucht- en schuilmogelijkheden;
- Risicocommunicatie.

Bij het afwegen van omgevingsmaatregelen dienen dergelijke maatregelen dan ook in het bredere perspectief van alle maatregelen te worden gezien. Afstand houden en het treffen van bronmaatregelen zijn (vanuit het direct beperken van het effect en de kans) de meest effectieve maatregelen.

Ruimtelijke afbakening

Bij infrastructuurprojecten dient de Minister van Infrastructuur en Waterstaat binnen het projectbesluit inzicht te geven in welke maatregelen overwogen zijn en welke (en door welke partij) getroffen worden om de effecten van een ongeval ten aanzien van het vervoer van gevaarlijke stoffen te beperken. In het proces van het afwegen van maatregelen wordt er vanaf de infrastructuur gezien eerst gekeken naar bronmaatregelen, vervolgens dient er te worden beschouwd of het wenselijk of nodig is om omgevingsmaatregelen te treffen. Het is echter niet verplicht om deze volgorde van het treffen van maatregelen te volgen.

Deze rapportage richt zich op deze stap, door **omgevingsmaatregelen** die in de **directe nabijheid** van de infrastructuur te realiseren zijn te beschouwen. Deze ruimtelijke afbakening is in **Figuur 1-1** schematisch weergegeven.



Figuur 1-1 De ruimtelijke scope voor het treffen van omgevingsmaatregelen richt zich op het gebied direct naast de infrastructuur

Inventarisatieproces maatregelen

Om tot het overzicht van maatregelen in deze rapportage te komen zijn er verschillende stappen doorlopen. De fases van het inventariseren en uitwerken van de bronnen zijn weergegeven in het onderstaande proces. De maatregelenwiki geeft een breed beeld aan bestaande maatregelen.

Fase 1: eerste inventarisatie op basis van deskstudie

Als eerste fase is er een deskstudie uitgevoerd op basis van reeds bekende bronnen:

- De maatregelenwiki (RIVM);
- Handreiking voor veilige stad en spoor (PosadMaxwan, 2024);
- Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023);

- Maatregelen omgevingsveiligheid spoor - beschouwing toepasbaarheid (Antea Group, 2024);
- De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel (NIPV, 2024);
- De effectiviteit van een fysieke barrière in een explosieaandachtsgebied (NIPV, RIVM, Antea Group, 2024).

De bovenstaande bronnen hebben in combinatie met praktijkervaring van Antea Group (op basis van tal van ruimtelijke onderbouwingen, terug te vinden op Regels op de kaart) de eerste basis gevormd voor het inventariseren van de maatregelen (tabel 1-1). Vervolgens is de toepasbaarheid van deze maatregelen op de scope van dit project getoetst. Zoals de toepasbaarheid op weg en vaarwegen en de geschiktheid om het in de omgeving toe te passen. Dit levert het onderstaande overzicht aan maatregelen

Tabel 1-1 Resultaten fase 1

Maatregel	Bron
Hemelwaterafvoer (met voldoende capaciteit)	Praktijkervaring, Handreiking voor veilige stad en spoor, Maatregelenwiki
Afschermende werking met wal/muur/scherm	Praktijkervaring, Maatregelenwiki
Afschermende werking met gebouw	Praktijkervaring, Maatregelenwiki
Afstand houden	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Dichthedenbeleid	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Bescherming vluchtroutes voor explosie, rook en warmtestraling	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Schuilplaats/safe haven	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki

Fase 2: Input-sessie om breed maatregelen op te halen

De basis is vervolgens verrijkt met de input uit de informatie-ophaalsessie en ervaringen uit de praktijk. In deze input-sessie hebben Rijkswaterstaat, het RIVM, veiligheidsregio's, omgevingsdiensten, gemeenten, de VNG en onderzoeksinstituten in de brede zin omgevingsmaatregelen aangedragen. Verder is er informatie opgehaald ten aanzien van het toepassingsbereik, veiligheidswinst, kostenindicatie en randvoorwaarden van de maatregelen. Dit heeft een breed overzicht aan maatregelen opgeleverd (tabel 1-2). Daarnaast zijn dezelfde maatregelen uit fase 1 bevestigd of verder aangevuld.

Tabel 1-2 Resultaten fase 2

Maatregel	Bron
Hemelwaterafvoer (met voldoende capaciteit)	Praktijkervaring, Handreiking voor veilige stad en spoor, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september
Afschermende werking met wal/muur/scherm	Praktijkervaring, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september
Afschermende werking met gebouw	Praktijkervaring, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september
Afschermende werking met groenvoorziening	Inputsessie 24 september
Afstand houden	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Dichthedenbeleid	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Bescherming vluchtroutes voor explosie, rook en warmtestraling	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Schuilplaats/ safe haven	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki
Langsdam/ oil boom	Inputsessie 24 september
Automatische waterschermen	Inputsessie 24 september
Automatisch nevelscherm	Inputsessie 24 september
Stroomrichting water beïnvloeden	Inputsessie 24 september
Altijd aanwezige ventilatoren	Inputsessie 24 september

Fase 3: Consolideren en internationale verkenning

Vervolgens zijn alle maatregelen beschouwd en is afgewogen of deze binnen de scope van deze rapportage vallen (tabel 1-3). Daarnaast zijn er een aantal maatregelen afgevalen, omdat er tijdens de inputsessie en nadere uitwerking is geconstateerd dat ze niet breed toepasbaar zijn, maar extreem situationeel. De deelnemers van de input-sessie zijn in de gelegenheid gesteld om de eerste beschouwing van de maatregelen aan te vullen.

In deze laatste fase heeft er ook een internationale verkenning plaatsgevonden, om zo veel mogelijk input te verzamelen. Dit heeft nog extra informatie opgeleverd ten aanzien van de maatregel *hemelwaterafvoer*, maar heeft niet tot nieuwe maatregelen geleid ten opzichte van de eerdere fases.

Tabel 1-3 Resultaten fase 3

Maatregel	Bron	Opgenomen in inventarisatie rapportage
Hemelwaterafvoer (met voldoende capaciteit)	Praktijkervaring, Handreiking voor veilige stad en spoor, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september, <i>Gewässerschutz Richtlinie (Zwitserland, 2018)</i>	Ja
Afschermende werking met wal/muur/scherm	Praktijkervaring, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september	Ja
Afschermende werking met gebouw	Praktijkervaring, Maatregelenwiki, Inputsessie 24 september	Ja
Afschermende werking met groenvoorziening	Inputsessie 24 september	Nee. Past wel binnen de scope, maar is extreem situationeel en weinig tot niet effectief.
Afstand houden	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki	Nee. Past niet binnen de scope.
Dichthedenbeleid	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki	Nee. Past niet binnen de scope.
Bescherming vluchtroutes voor explosie, rook en warmtestraling	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki	Nee. Past niet binnen de scope.
Schuilplaats/ safe haven	Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023), Maatregelenwiki	Nee. Past niet binnen de scope.
Langsdam/ oil boom	Inputsessie 24 september	Ja
Automatische waterschermen	Inputsessie 24 september	Nee. Past wel binnen de scope, maar is extreem situationeel en weinig tot niet effectief.
Automatisch nevelscherm	Inputsessie 24 september	Nee. Past wel binnen de scope, maar is extreem situationeel en weinig tot niet effectief.
Stroomrichting water in de vaarweg beïnvloeden	Inputsessie 24 september	Nee. Past wel binnen de scope, maar is extreem situationeel en weinig tot niet effectief.
Altijd aanwezige ventilatoren	Inputsessie 24 september	Nee. Past wel binnen de scope, maar is extreem situationeel en weinig tot niet effectief.

Op basis van de deskstudie (fase 1), de input-sessie met betrokken partijen (fase 2) en de hieropvolgende sortering van maatregelen op basis van de scope inclusief een internationale reflectie (fase 3), wordt gesteld dat de geïnventariseerde maatregelen binnen de onderzoeksvraag een beeld geven van de op dit moment bekende, mogelijke omgevingsmaatregelen langs transportroutes weg en water.

1.3 Leeswijzer

In **hoofdstuk twee** is een overzicht van alle beschouwde maatregelen voor weg en water. Vervolgens zijn in **hoofdstuk drie** de maatregelen nader beschouwd. In **hoofdstuk vier** zijn het wettelijke kader en relevante scenario's betreffende omgevingsveiligheid uiteengezet. Afsluitend zijn in **hoofdstuk vijf** opmerkingen en aanbevelingen van dit onderzoek beschreven.

2. Overzicht maatregelen en conclusies

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de geïnventariseerde maatregelen. De maatregelen worden beoordeeld op basis van toepassingsbereik, type incident, veiligheidswinst, kostenindicatie en randvoorwaarden.

- **Toepassingsbereik:** indicatie onder welke fysieke omstandigheden een maatregel toepasbaar is.
- **Type incident:** scenario('s) waarop de maatregel van toepassing is. In hoofdstuk 4 zijn de verschillende typen incidenten uiteengezet.
- **Veiligheidswinst:** indicatie in hoeverre de maatregel in staat is om effecten op de omgeving te beperken en de maatregel daarmee bijdraagt aan optimalisatie van de veiligheid.
- **Kostenindicatie:** geschatte kosten die nodig zijn voor het toepassen van de maatregel. Deze kosten zijn gebaseerd op praktijkervaring (expert judgement) van gangbare constructies en op basis van openbare beschikbare data. Dit is vervolgens omgezet naar kosten per strekkende meter langs de infrastructuur.
- **Randvoorwaarden:** omstandigheden die vereist zijn voor een correcte en effectieve toepassing van de maatregel.

Basisnet weg					
Maatregel	Toepassingsbereik	Type incident	Veiligheidswinst	Kostenindicatie	Randvoorwaarden
Hemelwaterafvoer (met voldoende capaciteit)	Toepasbaar bij voldoende tot beperkte ruimte tussen weg en gebouwen; effect afhankelijk van wegligging	Plasbrand, Warme Bleve, Toxische wolk	Effect plasbrand beheersbaar bij snelle afvoer; toxisch effect beperkt door minder verdamping	€300 - €600 per strekkende meter bij externe afvoer	Stromingsonderzoek, borging in beheer, onderhoud tegen vervuiling, kennis bij initiatiefnemer en bevoegd gezag
Afschermende werking met gebouw	Toepasbaar bij voldoende ruimte; effect afhankelijk van wegligging	Plasbrand, Fakkelfbrand, Warme/Koude Bleve, Gaswolkexplosie	Effectief bij fakkelfbrand en plasbrand; zeer beperkt effect bij explosies afhankelijk van afstand en hoogte	Kosten afhankelijk van bouwtype; geschikt voor meekoppelkansen	Onderzoek naar materialen, stroming en drukgolven; ruimtelijke borging en onderhoud
Afschermende werking met wal/muur/scherm	Toepasbaar bij beperkte ruimte; effect afhankelijk van wegligging	Plasbrand, Fakkelfbrand, Warme/Koude Bleve, Gaswolkexplosie	Beperkte winst; effectief bij plasbrandafscherming en beperkte drukreductie	€1.000 - €1.500 per strekkende meter; afhankelijk van constructie	Onderzoek naar materialen, stroming en drukgolven; ruimtelijke borging en onderhoud
Conclusie Het verbeteren van de hemelwaterafvoer naast de weg kan een effectieve maatregel zijn die veiligheidswinst oplevert. De hemelwaterafvoer is dan in staat om meer brandbare vloeistof te verwerken. Wanneer deze maatregel buiten het tracé wordt gerealiseerd dient de afwatering van het tracé zelf ook voldoende richting de buitenzijde van de weg te zijn. De afschermende werking met een gebouw is zeer situationeel en niet haalbaar voor nieuwe situaties zonder duidelijke meekoppelkansen (situaties waarbij nieuwbouw alleen dient voor afschermende werking). Deze maatregel is te betrekken bij de onderbouwing van een projectbesluit als er reeds een gebouw aanwezig is in de omgeving of bij een ruimtelijke (gebieds)ontwikkeling. De instandhouding van het afschermende gebouw is juridisch en planologisch zeer lastig te borgen. Bij het toepassen van afschermende werking met wal/muur/scherm is de veiligheidswinst onder alle omstandigheden zeer gering. Deze maatregel is daarom in brede zin vanuit het beperken van de effecten van een ongeval met gevaarlijke stoffen geen reële maatregel om te overwegen bij een projectbesluit of andersoortige ruimtelijke ontwikkeling (waarbij de directe omgeving van de transportroute onderdeel is van het plangebied). Het kan wel helpen om een plasbrand te keren en richting de hemelwaterafvoer te 'sturen'.					

Basisnet water					
Maatregel	Toepassingsbereik	Type incident	Veiligheidswinst	Kostenindicatie	Randvoorwaarden
Langsdam/ Permanente oil boom	Toepasbaar bij ruimte langs vaarweg; effect afhankelijk van waterhoogte	Plasbrand	Beperkt gevolgen plasbrandscenario; vluchttijd vergroot	Langsdam: €800 - €1800 per strekkende meter, Oil boom: €200 - €600 per strekkende meter	Stromingsonderzoek, overstromingsrisico, borging en onderhoud
Afschermende werking met gebouw	Toepasbaar bij voldoende ruimte; effect afhankelijk van vaarwegligging	Plasbrand, Fakkelfbrand, Koude Bleve, Gaswolkexplosie	Effectief bij fakkelfbrand en plasbrand; beperkt effect bij explosies afhankelijk van afstand en hoogte	Kosten afhankelijk van gebouwtype; geschikt voor meekoppelkansen	Onderzoek naar materialen en drukgolven; ruimtelijke borging en onderhoud
Afschermende werking met wal/muur/scherm	Toepasbaar bij beperkte ruimte; effect afhankelijk van vaarwegligging	Plasbrand, Fakkelfbrand, Koude Bleve, Gaswolkexplosie	Beperkte winst; effectief bij plasbrandafscherming en beperkte drukreductie	€1000 - €1500 per strekkende meter; afhankelijk van constructie	Onderzoek naar materialen en drukgolven; ruimtelijke borging en onderhoud
Conclusie Een langsdam of permanente oil boom kan veiligheidswinst opleveren in situaties rond (plezier) havens en brede waterwegen met woningen langs de kade. De afschermende werking met een gebouw is zeer situationeel en niet haalbaar voor nieuwe situaties zonder duidelijke meekoppelkansen (situaties waarbij nieuwbouw alleen dient voor afschermende werking). Deze maatregel is te betrekken bij de onderbouwing van een projectbesluit als er reeds een gebouw aanwezig is in de omgeving of bij een ruimtelijke (gebieds)ontwikkeling. De instandhouding van het afschermende gebouw is juridisch en planologisch zeer lastig te borgen. Bij het toepassen van afschermende werking met wal/muur/scherm is de veiligheidswinst onder alle omstandigheden zeer gering. Deze maatregel is in de brede zin geen reële maatregel om te overwegen bij een projectbesluit.					

3. Analyse maatregelen

3.1 Omgevingsmaatregelen in het bredere perspectief

Zoals aangegeven in *paragraaf 1.2 Scope en uitgangspunten* staat het treffen van omgevingsmaatregelen niet op zichzelf. Het maakt onderdeel van het maatregelenpakket om effecten in de omgeving te beperken. Bij het beschouwen van maatregelen dient dit dan ook in het bredere perspectief te worden geplaatst. Relevante aspecten hierbij zijn de omgevingsaspecten, borging en veiligheidswinst.

3.2 Maatregelen analyse weg

Hemelwaterafvoer die voldoende capaciteit heeft om een tankwagen aan vloeistof af te voeren

Voor wegen geldt primair dat om spoorvorming bij regenval te voorkomen een vloeistof zo snel mogelijk moet worden afgevoerd. Daarnaast is de regel in bijvoorbeeld alle tunnels dat het hemelwater naar de zijkant van het wegdek wordt afgevoerd naar een watergoot. In deze watergoot zijn putten opgenomen die het hemelwater afvoeren via afvoerbuizen naar een water- /pompkelder. Vanaf deze water-/pompkelder vindt de verdere afvoer plaats door middel van persleidingen.

Op basis van het gegeven dat voor de weg afvoer geregeld is via hemelwaterafvoer in combinatie met adequate opvang, kan er maximaal sprake zijn van een enkele minuten durende plasbrand. De precieze afvoertijd is afhankelijk van de specifieke stoffeigenschappen. Zonder maatregelen duurt een plasbrand met benzine circa 4 minuten en LNG 2 minuten ³.

Om het effect op de omgeving te beperken en om te voorkomen dat de plasbrand zich buiten het wegoppervlak verspreidt kan de afvoer naast de weg mogelijk worden gemaakt als de weg richting de buitenkant afloopt. Dit kan dan buiten de infrastructuur worden gerealiseerd en ervoor zorgen dat de plasbrand niet buiten het wegoppervlak komt.



Toepassingsbereik

Omgeving

-Toepasbaar in alle situaties waarbij er voldoende tot beperkte ruimte is tussen de weg en de te beschermen gebouwen. De benodigde ruimte is locatiespecifiek en onder andere afhankelijk van het ontwerp. Voor het realiseren van voldoende afvoercapaciteit zijn er maximaal enkele meters nodig buiten de infrastructuur.

Infrastructuur

-De maatregel zorgt mogelijk voor veiligheidswinst als de weg op maaiveldhoogte ligt. Als de weg op een verhoogde ligging is gerealiseerd kan met stromingsonderzoek worden vastgesteld of de maatregel de vloeistof effectief wegvoert, zonder dat het richting de te beschermen gebouwen kan stromen. Als de weg in verdiepte ligging is gerealiseerd kan het zijn dat externe afvoer niet meer nodig is om een plasbrand te voorkomen. De afwatering dient te worden onderzocht.

Type incident

 -Plasbrand

 -Warme Blevé

 -Toxische wolk

Veiligheidswinst

De veiligheidswinst van voldoende afvoercapaciteit hangt af van het scenario:

- **Plasbrand:** Als alle vloeistoffen binnen enkele minuten nagenoeg volledig kunnen worden afgevoerd, en de omgeving voor deze tijdsduur (van enkele minuten) voldoende brandwerend is ingericht, dan is het effect beheersbaar. Zodoende dat mensen binnenshuis voldoende zijn beschermd. Bij benzine dient er in totaal circa 23.000 kg te worden afgevoerd, voor LNG 18.000 kg³. Dit kan echter over een grotere breedte worden afgevoerd met het afvoersysteem, aangezien de plas zich kan verspreiden over de breedte van de weg. Naast het verder beperken van de plasbrandduur kan de externe hemelwaterafvoer voorkomen dat de plasbrand zich buiten de berm verder verspreidt.
- **Warme Blevé:** Als alle vloeistoffen binnen enkele minuten nagenoeg volledig kunnen worden afgevoerd, en de omgeving voor deze tijdsduur voldoende brandwerend is ingericht, dan zal de warmte-aanstraling bij een tankwagen beheersbaar zijn.

³ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG, Benzine – Plasbrand – Weg

Het scenario warme Blevé is daardoor niet meer relevant. Zelfs zonder maatregelen duurt een plasbrand met bijvoorbeeld benzine circa 4 minuten en LNG 2 minuten ⁴. Met de maatregel kan deze duur verder worden verkort. • Toxische wolk: Ten aanzien van een toxische wolk zal deze maatregel geen veiligheidswinst leveren. Echter, als de toxische stof nog een vloeistof is kan snelle afvoer er voor zorgen dat er minder verdamping plaats zal vinden. De toxische vloeistof moet dan wel sneller worden afgevoerd dan het kan verdampen, anders is het effect minimaal. Als dit het geval is, kan de hoeveelheid toxische dampen worden beperkt ten aanzien van een situatie waarbij de stof vrij het open veld in kan stromen.
Kostenindicatie De kosten zijn sterk afhankelijk van de uitkomsten van het stromingsonderzoek en de reeds aanwezige afvoercapaciteit van de weg. Als er een externe afvoer moet worden gerealiseerd dan zijn de indicatieve kosten ongeveer €300 - €600 per strekkende meter (expert judgement). Bij een externe afvoer is de gewenste afvoercapaciteit en de omgevingssituatie zeer bepalend in de daadwerkelijke indicatieve kosten. Als er uit wordt gegaan van een worst-case incident dient er voor benzine uit te worden gegaan van 23.000 en voor LNG 18.000 kg⁴. Deze vloeistof verspreid zich echter over de breedte, waardoor de dimensionering en omgevingssituatie bepalend is hoeveel de afvoer moet kunnen afvoeren. De indicatie is gebaseerd op: een prefab betonnen goot, uitgraven voor fundering, aanleggen van kolken en hemelwaterriool, afwerking met inspectievoorziening en ontwerp/ engineering.
Randvoorwaarden Eventuele onderzoeken -Het uitvoeren van een stromingsonderzoek kan aantonen of het systeem naar behoren werkt bij het leeglopen van een volledige tank. Daarnaast kan worden vastgesteld of de afvoerende werking van de infrastructuur zelf voldoende of onvoldoende is om de vloeistof af te voeren. Dit onderzoek is benodigd om een effectieve maatregel te ontwerpen. Borging -Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige effectiviteit ruimtelijk te worden geborgd. Het is aanbevelingswaardig als deze in eigendom en beheer is van de wegbeheerder. -Als de maatregel wordt gerealiseerd in een vorm dat het niet duidelijk is dat het bij de wegen infrastructuur hoort, dan dient het dusdanig te worden gerealiseerd dat andere partijen zich bewust zijn dat het een veiligheidsmaatregel betreft en niet wordt veranderd. Dit dient duidelijk te worden gecommuniceerd en te worden vastgelegd. Onderhoud -De effectiviteit van de maatregel hangt af van de afvoercapaciteit. Deze kan sterk worden beïnvloed door eventuele vervuiling van het systeem door bijvoorbeeld zand en bladeren. Het onderhoud van het systeem dient dus goed te worden geborgd in de beheerdersorganisatie. Kennis -Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld. Deze maatregel vereist minder kennis dan maatregelen waarbij onderzoek naar overdruk nodig is. Ontwerpuitgangspunten -De weg loopt meestal af richting de buitenberm, maar soms ook de middenberm. De vloeistof zal dan ook in deze richting stromen. Afhankelijk van de boogstraal van een bocht watert een weg in een bocht meestal naar het middelpunt van de straal toe, bij hele ruime bochten niet. Bij het ontwerpen van de afvoer van de vloeistof buiten de weg dient rekening te worden gehouden met deze uitgangspunten. Door slim te ontwerpen kan het ruimtegebruik geminimaliseerd worden.
Ervaringsniveau <i>-Reeds gerealiseerd</i> In tunnels wordt grootschalige hemelwaterafvoer al toegepast, mede vanuit het oogpunt van een plasbrand. In alle tunnels dient het hemelwater naar de zijkant van het wegdek te worden afgevoerd naar een watergoot. In deze watergoot zijn putten opgenomen die het hemelwater afvoeren via afvoerbuizen naar een water-/pompkelder. Vanaf deze water-/pompkelder vindt de verdere afvoer plaats d.m.v. persleidingen. Dergelijke technieken zouden ook buiten tunnels kunnen worden toegepast. <i>-Planfase</i> Is niet met het specifieke doel om gevaarlijke stoffen af te voeren in dit onderzoek geconstateerd op basis van expert judgement, de inputsessie en de Maatregelenwiki. <i>-Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen</i> Is niet met het specifieke doel om gevaarlijke stoffen af te voeren in dit onderzoek geconstateerd op basis van expert judgement, de inputsessie en de Maatregelenwiki.
Leemten in kennis Het specifiek toepassen van hemelwaterafvoer (als meekoppelkansen) om gevaarlijke vloeistoffen af te voeren is binnen dit onderzoek nog niet geconstateerd. Daardoor ontbreekt praktijkervaring. <i>Voor de toepassing van hemelwaterafvoer zijn leemten in kennis qua praktijkervaring, dit is beschreven onder 'Ervaringsniveau'.</i>

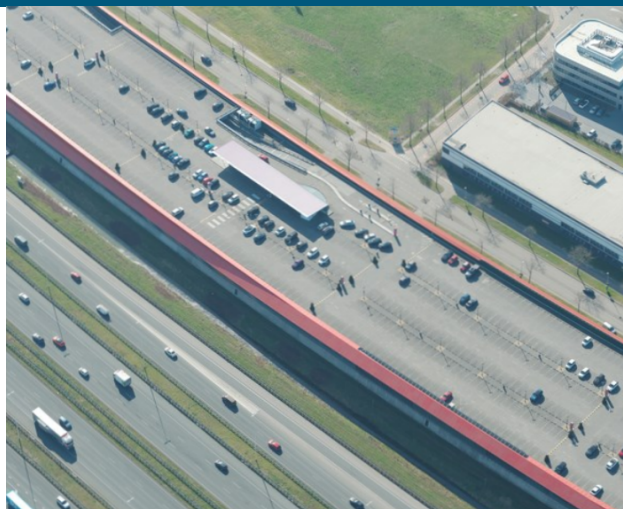
⁴ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG, Benzine – Plasbrand – Weg

Afschermdende werking met gebouw

Als er een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw staat kan dit de effecten van een incident op het te beschermen gebouw verminderen. Dit is vooral mogelijk omdat een gebouw significante hoogte kan bereiken, waardoor er meer afschermdende werking is dan bijvoorbeeld een wal of muur⁵.

Deze afschermdende werking kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd in de vorm van een parkeergarage of andere constructie waarin weinig tot geen mensen verblijven. Het is ook mogelijk om een gebouw te bouwen waar mensen verblijven, maar het is dan wenselijk om dit gebouw juist ook te beschermen, wat de potentiële financiële en veiligheidswinst weer teniet kan doen⁵.

De reikwijdte van het ruimtelijk besluit (projectbesluit en/of omgevingsplanontwikkeling) is bij deze maatregel cruciaal. Als er reeds een gebouw in de omgeving aanwezig is kan dit worden meegenomen in de onderbouwing bij een projectbesluit (zie ook Randvoorwaarden). Het realiseren van een gebouw zonder meekoppelkansen (enkel ter bescherming) bij aanpassing van de weg is binnen een projectbesluit financieel niet haalbaar. Bij een grote gebiedsontwikkeling kan een nieuw te bouwen gebouw (zoals een parkeergarage, of iets dergelijks) ter afscherming wel overwogen worden.



**Illustratieve afbeelding. Deze situatie is niet gerealiseerd met specifieke afschermdende werking als doel.*

Toepassingsbereik

Omgeving

- Toepasbaar in alle situaties waarbij er voldoende ruimte is tussen de weg en de te beschermen gebouwen. Deze ruimte dient al snel enkele tientallen meters te zijn vanwege de ruimte die nodig is voor een gebouw. De verhouding tussen de omvang van de te beschermen gebouwen en de gebouwen die voor afscherming dienen is van belang (hoe groter een gebouw, hoe groter de afscherming).
- Enkel van toepassing op grootschalige gebiedsontwikkelingen waarbij zowel de weg of vaarweg, als de omgeving wordt ontwikkeld/aangepast. Bij kleinschalige ontwikkelingen (bijvoorbeeld voor één of enkele percelen) is deze maatregel niet planologisch in te passen.

Infrastructuur

- De maatregel kan voor veiligheidswinst zorgen als de weg op maaiveldhoogte ligt. Als de weg op een verhoogde ligging is gerealiseerd moet het afschermdende gebouw nog hoger worden gemaakt. Daar tegenover staat dat als de weg in verdiepte ligging is gerealiseerd, dat het ten aanzien van het te beschermen gebouw veiligheidswinst kan opleveren voor de effecten van een fakkelbrand en/of explosie. Het is echter ook mogelijk dat de verdiepte ligging voldoende is (of voldoende afwatering), hierdoor is het plasbrand scenario niet meer relevant.

Type incident

- Plasbrand
- Fakkelbrand

- Warme en koude Blevé
- Gaswolkexplosie

Veiligheidswinst

De veiligheidswinst van een gebouw is zeer situationeel. Deze is daarom uitgewerkt in verschillende scenario's:

- **Fakkelbrand:** Het is technisch lastig om effectieve brandwerende maatregelen te treffen tegen een fakkelbrand aan het te beschermen gebouw zelf, vooral bij horizontale uitstroom direct voor het te beschermen gebouw. Dit komt door de directe zeer hoge hittestraling van meer dan 55 kW/m² tot circa dan 75 meter⁶. Door een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is het mogelijk om een grote constructie te gebruiken om de hittestraling op het te beschermen gebouw te beperken. Hierdoor kunnen directe letale effecten van een fakkelbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw.

⁵ Inputsessie 24 september 2025. Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023)

⁶ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG – Fakkelbrand – Weg

- **Plasbrand:** Door een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen kan met relatief beperkte bebouwing de hittestraling aan op het te beschermen gebouw worden beperkt. Zonder maatregelen duurt een plasbrand met bijvoorbeeld benzine circa 4 minuten en LNG 2 minuten ⁷. Met een dergelijke duur zal een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw grotendeels intact blijven (afhankelijk van het materiaalgebruik). Hierdoor kunnen de directe letale effecten van een plasbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw.
- **Bleve en gaswolkexplosie:** De drukafname door een gebouw is vlak achter het gebouw het grootst. De effectiviteit van een gebouw is daarom het grootst direct achter de barrière. De afstand van de barrière tot het te beschermen gebouw is bij voorkeur kleiner of gelijk aan twee tot drie keer de hoogte van de barrière⁸. Hierdoor is de beschermende werking op afstand beperkt. Er is dus enkel sprake van significante veiligheidswinst achter het gebouw op een afstand van circa 2 keer de hoogte van het gebouw. Als er infrastructuur of ander ruimtegebruik liggen tussen het te beschermen gebouw en het afschermende gebouw is de veiligheidswinst slechts beperkt.

Kostenindicatie

De kosten zijn sterk afhankelijk van het beoogde afschermende gebouw en zijn daarom ook niet kwantitatief te maken in de algemene zin. Gezien van de aard van de maatregel is deze maatregel zeer geschikt voor meekoppelkansen. Als er reeds de wens is om een parkeergarage of ander gebouw te realiseren kunnen de kosten van deze maatregel worden verdeeld over meerdere ontwikkelaars. Als een gebouw al aanwezig is tussen de risicobron en het te beschermen gebouw kan de infrabeheerder dit als omgevingsmaatregel beschouwen en zien als bestaande maatregel. Hierdoor kunnen de kosten onder de streep beperkt zijn.

Randvoorwaarden

Eventuele onderzoeken

-Om de veiligheidswinst bij een fakkelbrandscenario vast te kunnen stellen kan het wenselijk zijn om onderzoek (samenwerking tussen de brandweer constructeurs en adviesbureaus) uit te voeren naar de benodigde materialen en breedte van het afschermende gebouw. Hiermee kan vast worden gesteld of (afhankelijk van de beschikbare ruimte en functie wens) het een wenselijke maatregel is. Dit onderzoek is benodigd om te onderzoeken of de maatregel effectief is.

-Door middel van een stromingsonderzoek kan worden vastgesteld of het plasbrandscenario nog relevant is ten aanzien van te beschermen gebouwen. Er kan dan worden geconcludeerd dat een afschermend gebouw niet nodig is. Dit onderzoek is nodig om te onderzoeken of de maatregel nodig is.

-Voor explosie scenario's is het relevant om onderzoek te doen naar het traject van drukgolven. Het is hierbij belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de onbekende locatie waar de explosie plaats kan vinden op het tracé. Het afschermende gebouw kan namelijk ook juist op andere plekken zorgen voor een hogere drukbelasting bij een explosie op een bepaalde plek. Dit dient goed in beeld te worden gebracht alvorens deze maatregel toe te passen. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen.

Borging

-Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige bescherming ruimtelijk te worden geborgd, bijvoorbeeld in het omgevingsplan en/of op basis van overeenkomsten. Er dienen dan specifieke bouwkundige en structurele eisen te worden opgenomen, zodat het niet mogelijk is om de constructie later te vervangen (met een minder afschermend gebouw) binnen de planregels.

Onderhoud

-Als de constructieve bescherming afhangt van onderhoud dient dit onderhoud te worden geborgd. Aangezien het een gebouw betreft zal dit hoofdzakelijk normaal onderhoud bedragen en geen specifieke onderhoudseisen.

Kennis

-Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het relevante bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld.

Ontwerpuitgangspunten

-Bij het invullen van de maatregel dient er voor het explosiescenario rekening te worden gehouden dat het afschermende gebouw geen nieuwe objecten introduceert die kunnen gaan vliegen richting de te beschermen gebouwen. Zoals grind op het dak van het afschermende gebouw.

Ervaringsniveau

-*Reeds gerealiseerd*

Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.

-*Planfase*

Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.

-*Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen*

Wel overwogen.

Leemten in kennis

Het specifiek toepassen van de afschermende werking van een gebouw is binnen dit onderzoek nog niet geconstateerd. Daardoor ontbreekt praktijkervaring.

⁷ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG, Benzine – Plasbrand – Weg

⁸ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

Afschermdende werking met een wal, muur of scherm (barrière)

Als er een wal of muur tussen de risicobron en het te beschermen gebouw staat kan dit de effecten van een incident op het te beschermen gebouw verminderen. Er is een grote diversiteit aan barrières mogelijk zoals, een betonnen of stenen muur, aarden wal, scherm of groenvoorzieningen (sterk variërend in effectiviteit per scenario en op basis van locatiespecifieke omstandigheden).

De veiligheidswinst is echter meestal zeer beperkt (dit is nader toegelicht onder Veiligheidswinst)⁹. De barrière kan echter wel effectief zijn in het keren van een plasbrand, waardoor de vloeistof niet verder de omgeving in stroomt (zie Veiligheidswinst).



*Illustratieve afbeelding. Deze situatie is niet gerealiseerd met specifieke afschermdende werking als doel.

Toepassingsbereik

Omgeving

-Toepasbaar is alle situaties waarbij er voldoende tot beperkte ruimte is tussen de weg en de te beschermen gebouwen.

Infrastructuur

-De maatregel kan voor veiligheidswinst zorgen als de weg op maaiveldhoogte ligt. Als de weg op een verhoogde ligging is gerealiseerd moet de barrière nog hoger worden gemaakt. Als de weg in verdiepte ligging is gerealiseerd kan de barrière veiligheidswinst opleveren ten aanzien van een fakkelfbrand en explosie. Het is echter ook mogelijk als de verdiepte ligging voldoende is (of voldoende afwatering), dat het plasbrand scenario als niet meer significant is ten opzichte van de te beschermen gebouwen.

Type incident

 -Plasbrand
 -Fakkelfbrand

 -Warme en koude Blev
 -Gaswolkexplosie

Veiligheidswinst

De veiligheidswinst van een gebouw is zeer situationeel. Deze is daarom uitgewerkt in verschillende scenario's:

- **Fakkelfbrand:** Het is technisch lastig om effectieve brandwerende maatregelen te treffen tegen een fakkelfbrand aan het te beschermen gebouw zelf, vooral bij horizontale uitstroom direct voor het te beschermen gebouw. Dit komt door de directe zeer hoge hittestraling van meer dan 55 kW/m² tot circa dan 75 meter¹⁰. Door een barrière tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is deels mogelijk om de hittestraling op het te beschermen gebouw te beperken. Hierdoor kunnen directe letale effecten van een fakkelfbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw. De veiligheidswinst is echter zeer afhankelijk van de constructie van de barrière. Om effectief de bebouwing te beschermen dient de barrière net zo hoog te zijn als de te beschermen bebouwing (afhankelijk van de afstand van de bebouwing). Anders is het mogelijk dat bij deels omhoog gerichte uitstroom, de gebouwen alsnog worden aangestraald met hoge hittestraling. Qua type barrière zijn kunnen een stenen of betonnen muur en aarden wal gedeeltelijke bescherming bieden. Een scherm of groenvoorziening zijn onvoldoende bestand tegen de hittestraling.
- **Plasbrand:** Door een barrière tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen kan de hittestraling op het te beschermen gebouw worden beperkt. Hierdoor is het mogelijk om de effectiviteit van brandwerende maatregelen die aan het te beschermen gebouwen zijn/worden genomen te vergroten. Het is echter niet waarschijnlijk dat de barrière de hittestraling dusdanig beperkt dat de hittestraling op het te beschermen gebouw niet meer letaal is. Hiervoor is de hoogte van een gangbare barrière te beperkt. De barrière kan er wel voor zorgen dat de plasbrand niet richting de te beschermen bebouwing stroomt. Dit kan tot significante veiligheidswinst leiden als het te beschermen gebouw op circa 30 meter afstand is gelegen. De hoogte van de barrière hoeft voor dit doel niet meer dan enkele tientallen centimeters te bedragen. Alle typen barrières die vloeistof keren zijn geschikt.
- **Blev en gaswolkexplosie:** De drukafname door de barrière is vlak achter de barrière het grootst. De veiligheidswinst voor het explosie scenario is daarom zeer beperkt gezien de beperkte hoogte van de bescherming. Om effectief te zijn dient de afstand van de barrière tot het te beschermen gebouw is bij voorkeur kleiner of gelijk aan twee tot drie keer de hoogte van

⁹ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

¹⁰ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG – Fakkelfbrand – Weg

de barrière ¹¹ . Het is dus enkel een effectieve maatregel als het te beschermen gebouw direct achter de barrière staat en kleiner is dan de barrière. Hierdoor is levert het voor de meeste bestande bebouwing geen significante veiligheidswinst op.
Kostenindicatie
Ter indicatie: bij het realiseren van een betonnen muur zijn de kosten circa €1.000 - €1.500 per strekkende meter. De daadwerkelijke kosten zijn sterk afhankelijk van de gewenste wapening, bestendigheid en coating en onderhoud. Gezien de zeer beperkte veiligheidswinst voor de meeste scenario's staat de veiligheidswinst meestal niet in verhouding tot de kosten (ondanks dat deze relatief laag zijn voor een barrière). Kostenindicaties voor een aarden wal of een scherm zijn niet voorhanden. De indicatie is gebaseerd op: Beton, wapening explosiebestendigheid, brandwerende afwerking, bekisting, arbeid en ontwerp/engineering (expert judgement).
Randvoorwaarden
Eventuele onderzoeken -Om de veiligheidswinst bij een fakkelbrandscenario vast te kunnen stellen kan het wenselijk zijn om onderzoek uit te voeren naar de benodigde materialen en breedte van de barrière. Hiermee kan vast worden gesteld of (afhankelijk van de beschikbare ruimte en functie wens) het een wenselijke maatregel is. Dit onderzoek is benodigd om te onderzoeken of de maatregel effectief is. -Door middel van een stromingsonderzoek kan worden vastgesteld of het plasbrandscenario nog relevant is ten aanzien van te beschermen gebouwen. Er kan dan worden geconcludeerd dat een barrière niet nodig is, of juist wel veiligheidswinst oplevert. Dit onderzoek is nodig om te onderzoeken of de maatregel nodig is. -Voor explosie scenario's is het relevant om onderzoek te doen naar het traject van de drukgolven. Het is hierbij belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de onbekende locatie waar de explosie plaats kan vinden op het tracé. De barrière kan namelijk ook juist op andere plekken zorgen voor een hogere drukbelasting bij een explosie op een bepaalde plek. Dit dient goed in beeld te worden gebracht alvorens deze maatregel toe te passen. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen. Borging -Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige bescherming ruimtelijk te worden geborgd, bijvoorbeeld in het omgevingsplan. Er dienen dan specifieke bouwkundige en structurele eisen te worden opgenomen. Dit zodat het niet mogelijk is om de constructie later te vervangen (met een minder afschermend gebouw) binnen de planregels. Onderhoud -Als de constructieve bescherming afhangt van onderhoud dient dit onderhoud te worden geborgd. Aangezien het een barrière zal dit hoofdzakelijk normaal onderhoud bedragen en geen specifieke onderhoudseisen. Er dienen duidelijke afspraken te worden gemaakt over welke partij de kosten van het onderhoud zal dragen. Kennis -Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het relevante bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld. Ontwerputgangspunten -Bij het invullen van de maatregel dient er voor het explosiescenario rekening te worden gehouden dat de barrière geen (tot weinig) nieuwe objecten introduceert die kunnen gaan vliegen richting de te beschermen gebouwen. Zoals bijvoorbeeld een geluidswal van glas die bij een explosie gefragmenteerd richting de te beschermen gebouwen vliegt.
Ervaringsniveau
-Reeds gerealiseerd Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand. -Planfase Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand. -Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen Wel overwogen.
Leemten in kennis
De effectiviteit van barrières bij explosies is uitgebreid onderzocht door het NIPV, RIVM en Antea Group ¹² . Het specifiek toepassen van de een barrière is als bescherming tegen een explosie is binnen dit onderzoek nog niet in de praktijk geconstateerd.

¹¹ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

¹² De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024. De effectiviteit van een fysieke barrière in een explosieaandachtsgebied, Antea Group, NIPV en RIVM.

3.3 Maatregelen analyse water

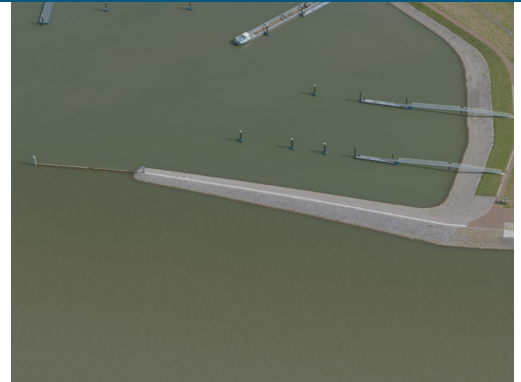
Plasbrand keren door middel van langsdam of 'permanente oil boom'

Bij een plasbrand op een vaarweg kan de vloeistof zich verspreiden over het wateroppervlak. Hierbij is deels te sturen waar deze vloeistof wel en niet naartoe gaat.

Met een langsdam of 'permanente oil boom' kan worden voorkomen dat bij een plasbrand de brandende vloeistof een haven instroomt of richting te beschermen gebouwen aan de rand van een vaarweg vloeit. De plasbrand wordt hiermee op afstand gehouden¹³.

Een langsdam is een dam in het water die parallel loopt aan de vaarweg. Bij normale waterhoogte kan een vloeistof niet over de langsdam stromen. Een 'permanente oil boom' is een oil boom (drijvende barrière die ervoor zorgt dat drijvende vloeistoffen zich niet verder verspreiden) die het gehele jaar door aanwezig is op een vaste locatie.

De maatregel kan ook worden getroffen buiten de vaarweg of de hoofdinfrastructuur van de vaarweg. Locaties buiten de hoofdinfrastructuur zijn (plezier)havens of verbindingen met de vaarweg.



Toepassingsbereik

Omgeving

- Toepasbaar in alle situaties waarbij er ruimte is langs of op afstand van de vaarweg om een langsdam of 'permanente oil boom' te realiseren.
- Bij vaarwegen met grote verschillen in waterhoogte of overstromingsrisico's kan een langsdam met enige regelmaat overstromen, hierdoor kan de veiligheidswinst niet altijd worden gegarandeerd. Bij een permanente oil boom kan dit gedeeltelijk worden opgevangen, afhankelijk van de flexibiliteit van de maatregel.

Infrastructuur

- De langsdam of 'permanente oil boom' dient de vaarweg niet aan te tasten en dient buiten de vaarweg te worden geplaatst.

Type incident

 -Plasbrand

Veiligheidswinst

Als door langsdam of 'permanente oil boom' kan worden gezorgd dat een drijvende brandstof op een afstand van minimaal 30 meter van de te beschermen gebouwen blijft, zorgt de maatregel ervoor dat binnen de te beschermen gebouwen voldoende tijd is om richting de risicoluwe zijde te vluchten. Hierdoor kunnen letale effecten worden voorkomen en kan het scenario plasbrand niet meer relevant worden voor deze bebouwing¹³.

Kostenindicatie

Vanwege de grote diversiteit aan situaties (in een haven, langs een dijk etc.) is er een grote variatie aan kosten voor een langsdam. Op basis van een indicatieve globale schatting zijn de kosten €800 - €1.800 per strekkende meter. De kosten zijn sterk afhankelijk van de gewenste locatie en sterkte. Een globale schatting van de initiële investering voor een permanente oil boom zijn circa €200 - € 600 per strekkende meter.

De indicatieve kosten van een langsdam zijn gebaseerd op: breuksteen met zandkern of betonnen kern, afdichting, realisatie, ontwerp/ engineering (expert judgement).

De indicatieve kosten van de oil boom zijn gebaseerd op: een basismateriaal van HDPE, rubber en PVC, verankering, en installatiekosten (expert judgement).

Randvoorwaarden

Eventuele onderzoeken

- Het uitvoeren van een stromingsonderzoek kan aantonen of bij een half open verbinding met de vaarweg (bijvoorbeeld bij een plezierhaven met woningen) de vloeistof alsnog langs de langsdam of permanente oil boom stroomt. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen.
- Er dient te worden onderzocht hoe groot de kans is dat de langsdam of permanente oil boom overstroomt. Anders kan de afweging over de veiligheidswinst niet goed worden gemaakt. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen.

Borging

- Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige effectiviteit ruimtelijk te worden geborgd. Het is aanbevelingswaardig als deze in eigendom en beheer is van de vaarwegbeheerder.
- Als de maatregel wordt gerealiseerd in een vorm dat het niet duidelijk is dat het bij de vaarweg infrastructuur hoort, dan dient het dusdanig te worden gerealiseerd dat andere partijen zich bewust zijn dat het een veiligheidsmaatregel betreft en niet wordt veranderd. Dit dient duidelijk te worden gecommuniceerd en te worden vastgelegd.

Onderhoud

- De waterkerende werking van de langsdam of permanente oil boom dient in stand te worden gehouden. Dit onderhoud dient te worden geborgd. Voor een oil boom is dit complexer en duurder dan voor een langsdam.

¹³ Inputsessie 24 september 2025

Kennis

-Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het relevante bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld. Deze maatregel vereist minder kennis dan maatregelen waarbij onderzoek naar overdruk nodig is.

Ontwerpuitgangspunten

-Er dient bij het ontwerp rekening te worden gehouden met de variabele waterhoogte gedurende de verschillende seizoenen. Of er dient te worden geaccepteerd dat het bij bepaalde extreme hoge waterstanden geen effectieve maatregel is.

-Bij het ontwerp dient de nautische veiligheid in acht te worden genomen.

Ervaringsniveau

-*Reeds gerealiseerd*

Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.

-*Planfase*

Niet om specifiek te beschermen tegen plasbrand.

-*Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen*

Niet om specifiek te beschermen tegen plasbrand.

Leemten in kennis

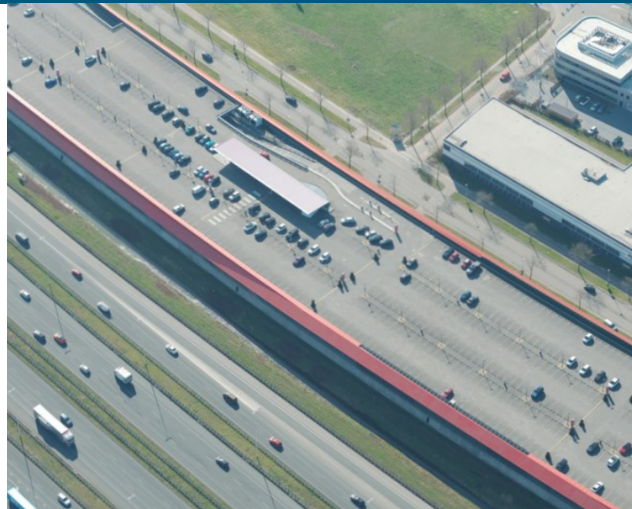
Het in de praktijk toepassen van een langsdam of permanente oil boom is nog binnen dit onderzoek niet geconstateerd. Deze maatregel is aangedragen binnen de inputsessie en nader uitgewerkt. Bij het eventueel toepassen van deze maatregel is verder onderzoek naar de effectiviteit en toepasbaarheid wenselijk.

Afschermende werking met gebouw

Als er een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw staat kan dit de effecten van een incident op het te beschermen gebouw verminderen. Dit is vooral mogelijk omdat een gebouw significante hoogte kan bereiken, waardoor er meer afschermende werking is dan bijvoorbeeld een wal of muur¹⁴.

Deze afschermende werking kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd in de vorm van een parkeergarage of andere constructie waarin weinig tot geen mensen verblijven. Het is ook mogelijk om een gebouw te maken waar mensen verblijven, maar het is dan wenselijk om dit gebouw juist ook te beschermen, wat de potentiële financiële en veiligheidswinst weer teniet kan doen.

De reikwijdte van het ruimtelijk besluit (projectbesluit en/of omgevingsplanactiviteit) is bij deze maatregel cruciaal. Als er reeds een gebouw in de omgeving aanwezig is kan dit worden meegenomen in de onderbouwing bij een projectbesluit (zie ook Randvoorwaarden). Het realiseren van een gebouw zonder meekoppelkansen (enkel ter bescherming) bij aanpassing van de waterweg binnen een projectbesluit is financieel niet haalbaar. Bij een grote gebiedsontwikkeling kan een nieuw te bouwen gebouw (zoals een parkeergarage, of iets dergelijks) ter afscherming wel overwogen worden.



**Illustratieve afbeelding. Deze situatie is niet gerealiseerd met specifieke afschermende werking als doel*

Toepassingsbereik

Omgeving

-Toepasbaar in alle situaties waarbij er voldoende ruimte is tussen de weg en de te beschermen gebouwen. Deze ruimte dient al snel enkele tientallen meters te zijn vanwege de ruimte die nodig is voor een gebouw. De verhouding tussen de omvang van de te beschermen gebouwen en de gebouwen die voor afscherming is van belang (hoe groter een gebouw, hoe groter de afscherming).

-Enkel van toepassing op grootschalige gebiedsontwikkelingen waarbij zowel de weg of vaarweg, als de omgeving wordt ontwikkeld/aangepast. Bij kleinschalige ontwikkelingen (bijvoorbeeld voor één of enkele percelen) is deze maatregel niet planologisch in te passen.

Infrastructuur

¹⁴ Inputsessie 24 september 2025. Maatregelenoverzicht IenW en Rebel (IenW en Rebel, 2023)

-De maatregel kan voor veiligheidswinst zorgen als de vaarweg op of deels onder maaiveldhoogte ligt. Als de vaarweg hoger is gelegen (bijvoorbeeld in een polder) moet het afschermende gebouw nog hoger worden gemaakt. Daar staat tegenover dat als de vaarweg in verdiepte ligging is gerealiseerd (met bijvoorbeeld diepe kadewanden), het beschermende gebouw veiligheidswinst kan opleveren ten aanzien van een fakkelbrand en explosie. Het is echter ook mogelijk als de verdiepte ligging voldoende is, dat het plasbrand scenario als niet meer significant is ten opzichte van de te beschermen gebouwen.

Type incident

 -Plasbrand
-Fakkelbrand

 -Koude Blev
-Gaswolkexplosie

Veiligheidswinst

De veiligheidswinst van een gebouw is zeer situationeel. Deze is daarom uitgewerkt in verschillende scenario's

- **Fakkelbrand:** Het is technisch lastig om een effectieve brandwerende maatregelen te treffen tegen een fakkelbrand aan het te beschermen gebouw zelf, vooral bij horizontale uitstroom direct voor het te beschermen gebouw. Dit komt door de directe zeer hoge hittestraling. Door een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is het mogelijke om een grote constructie te gebruiken om de hittestraling op het te beschermen gebouw te beperken. Hierdoor kunnen directe letale effecten van een fakkelbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw.
- **Plasbrand:** Door een gebouw tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is het mogelijke om een met relatief beperkte bebouwing de hittestraling aan op het te beschermen gebouw te beperken. Hierdoor kunnen directe letale effecten van een plasbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw.
- **Blev en gaswolkexplosie:** De drukafname door een gebouw is vlak achter het gebouw het grootst. De effectiviteit van een gebouw is daarom het grootst direct achter de barrière. De afstand van de barrière tot het te beschermen gebouw is bij voorkeur kleiner of gelijk aan twee tot drie keer de hoogte van de barrière¹⁵. Hierdoor is de beschermende werking op afstand beperkt. Er is dus enkel sprake van significante veiligheidswinst achter het gebouw op een afstand van circa 2 keer de hoogte van het gebouw. Als er infrastructuur of ander ruimtegebruik liggen tussen het te beschermen gebouw en het afschermende gebouw is de veiligheidswinst slechts beperkt.

Kostenindicatie

De kosten zijn sterk afhankelijk van het beoogde afschermende gebouw en zijn daarom ook niet kwantitatief te maken in de algemene zin. Gezien van de aard van de maatregel is deze maatregel zeer geschikt voor meekoppelkansen. Als er reeds de wens is om een parkeergrage of ander gebouw te realiseren is het wenselijk om de kosten te 'delen'. Hierdoor kunnen de kosten onder de streep beperkt zijn.

Randvoorwaarden

Eventuele onderzoeken

-Om de veiligheidswinst bij een fakkelbrandscenario vast te kunnen stellen kan het wenselijk zijn om onderzoek (samenwerking tussen de brandweer constructeurs en adviesbureaus) uit te voeren naar de benodigde materialen en breedte van het afschermende gebouw. Hiermee kan vast worden gesteld of (afhankelijk van de beschikbare ruimte en functie wens) het een wenselijke maatregelen is. Dit onderzoek is benodigd om te onderzoeken of de maatregel effectief is.

-Voor explosie scenario's is het relevant om onderzoek te doen naar het traject van de drukgolven. Het is hierbij belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de onbekende locatie waar de explosie plaats kan vinden op de vaarweg. De barrière kan namelijk ook juist op andere plekken zorgen voor een hogere drukbelasting bij een explosie op een bepaalde plek. Dit dient goed in beeld te worden gebracht alvorens deze maatregel toe te passen. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen.

Borging

-Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige bescherming ruimtelijk te worden geborgd, bijvoorbeeld in het omgevingsplan. Er dienen dan specifieke bouwkundige en structurele eisen te worden opgenomen, zodat het niet mogelijk is om de constructie later te vervangen (met een minder afschermend gebouw) binnen de planregels.

Onderhoud

-Als de constructieve bescherming afhangt van onderhoud dient dit onderhoud te worden geborgd. Aangezien het een gebouw betreft zal dit hoofdzakelijk normaal onderhoud bedragen en geen specifieke onderhoudseisen.

Kennis

-Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het relevante bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld

Ontwerputgangspunten

-Bij het invullen van de maatregel dient er voor het explosiescenario rekening te worden gehouden dat het afschermende gebouw geen nieuwe objecten introduceert die kunnen gaan vliegen richting de te beschermen gebouwen. Zoals bijvoorbeeld grind op het dak van het afschermende gebouw.

Ervaringsniveau

-Reeds gerealiseerd
Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.
-Planfase
Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.
-Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen

¹⁵ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

Wel overwogen.

Leemten in kennis

Het specifiek toepassen van de afschermdende werking van een gebouw in de praktijk is binnen dit onderzoek nog niet geconstateerd. Daardoor ontbreekt praktijkervaring.

Afschermdende werking met een wal, muur of scherm (barrière)

Als er een wal, muur of muur tussen de risicobron en het te beschermen gebouw staat kan dit de effecten van een incident op het te beschermen gebouw verminderen. Er is een grote diversiteit aan barrières mogelijk zoals, een betonnen of stenen muur, aarden wal, scherm of groenvoorzieningen (sterk variërend in effectiviteit per scenario en op basis van locatiespecifieke omstandigheden). Bij een vaarweg kan de barrière boven op de reeds bestaande kade of dijk worden geplaatst.

De veiligheidswinst is echter meestal zeer beperkt, dit is nader toegelicht onder veiligheidswinst¹⁶.



**Illustratieve afbeelding. Deze situatie is niet gerealiseerd met specifieke afschermdende werking als doel*

Toepassingsbereik

Omgeving

-Toepasbaar is alle situaties waarbij er voldoende tot beperkte ruimte is tussen de vaarweg en de te beschermen gebouwen.

Infrastructuur

-De maatregel kan voor veiligheidswinst zorgen als de vaarweg op of net onder maaiveldhoogte ligt. Als de vaarweg op een verhoogde ligging (zoals in de polder) is gerealiseerd moet de barrière nog hoger worden gemaakt. Als de vaarweg in verdiepte ligging is gerealiseerd (met bijvoorbeeld hoge kades) kan de barrière veiligheidswinst opleveren ten aanzien van een fakkelbrand en explosie. Het is echter ook mogelijk als de verdiepte ligging voldoende is (of voldoende afwatering), dat het plasbrand scenario als niet meer significant is ten opzichte van de te beschermen gebouwen.

Type incident



-Plasbrand
-Fakkelbrand



-Warme en koude Blev
-Gaswolkexplosie

Veiligheidswinst

De veiligheidswinst van een gebouw is zeer situationeel. Deze is daarom uitgewerkt in verschillende scenario's

- **Fakkelbrand:** Het is technisch lastig om effectieve brandwerende maatregelen te treffen tegen een fakkelbrand aan het te beschermen gebouw zelf, vooral bij horizontale uitstroom direct voor het te beschermen gebouw. Dit komt door de directe zeer hoge hittestraling van meer dan 55 kW/m² tot circa dan 75 meter¹⁷. Door een barrière tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is deels mogelijk om de hittestraling op het te beschermen gebouw te beperken. Hierdoor kunnen directe letale effecten van een fakkelbrand grotendeels worden voorkomen binnen het te beschermen gebouw. De veiligheidswinst is echter zeer afhankelijk van de constructie van de barrière. Om effectief te bebouwing te beschermen dient de barrière net zo hoog te zijn als de te beschermen bebouwing (afhankelijk van de afstand van de bebouwing). Anders is het mogelijk dat bij deels omhoog gerichte uitstroom, de gebouwen alsnog worden aangestruild met hoge hittestraling. Qua type barrière zijn kunnen een stenen of betonnen muur en aarden wal gedeeltelijke bescherming bieden. Een scherm of groenvoorziening zijn onvoldoende bestand tegen de hittestraling.
- **Plasbrand:** Door een barrière tussen de risicobron en het te beschermen gebouw te plaatsen is het mogelijke om een de hittestraling aan op het te beschermen gebouw deels te beperken. Hierdoor kan de effectiviteit, van brandwerende maatregelen die aan het te beschermen gebouwen getroffen zijn, worden vergroten. Het is echter niet waarschijnlijk dat de barrière de hittestraling dusdanig beperkt dat de hittestraling op het te beschermen gebouw niet meer letaal is. Hierdoor is de hoogte te beperkt. De barrière kan er wel voor zorgen dat de plasbrand niet richting de te beschermen bebouwing stroomt. Dit is bij vaarwegen echter meestal niet het geval, omdat aan de rand van de vaarweg een dijk, kade of andere verhoging aanwezig is.

¹⁶ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

¹⁷ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG – Fakkelbrand – Weg

- **Bleve en gaswolkeexplosie:** De drukafname door de barrière is vlak achter de barrière het grootst. De veiligheidswinst voor het explosie scenario is daarom zeer beperkt gezien de beperkte hoogte van de bescherming. Om effectief te zijn dient de afstand van de barrière tot het te beschermen gebouw is bij voorkeur kleiner of gelijk aan twee tot drie keer de hoogte van de barrière¹⁸. Het is dus enkel een effectieve maatregel als het te beschermen gebouw direct achter de barrière staat en kleiner is dan de barrière. Hierdoor is levert het voor de meeste bestande bebouwing geen significante veiligheidswinst op.

Kostenindicatie

Gezien de zeer beperkte veiligheidswinst voor de meeste scenario's zijn de kosten (ondanks dat deze relatief laag zijn voor een barrière) meestal niet goed te beargumenteren. Ter indicatie: bij het realiseren van een betonnen muur zijn de kosten circa €1000 - €1500 per strekkende meter. De daadwerkelijke kosten zijn sterk afhankelijk van de gewenste wapening, bestendigheid, coating en onderhoud. Realisatie op een dijklichaam kan de kosten nog verder verhogen.

De indicatie is gebaseerd op: Beton, wapening explosiebestendigheid, brandwerende afwerking, bekisting, arbeid en ontwerp/engineering.

Randvoorwaarden

Eventuele onderzoeken

-Om de veiligheidswinst bij een fakkelfbrandscenario vast te kunnen stellen kan het wenselijk zijn om onderzoek uit te voeren naar de benodigde materialen en breedte van de barrière. Hiermee kan vast worden gesteld of (afhankelijk van de beschikbare ruimte en functie wens) het een wenselijke maatregelen is. Dit onderzoek is benodigd om te onderzoeken of de maatregel effectief is.

-Voor explosie scenario's is het relevant om onderzoek te doen naar het traject van drukgolven. Het is hierbij belangrijk dat er rekening wordt gehouden met de onbekende locatie waar de explosie plaats kan vinden op de vaarweg. De barrière kan namelijk ook juist op andere plekken zorgen voor een hogere drukbelasting bij een explosie op een bepaalde plek. Dit dient goed in beeld te worden gebracht alvorens deze maatregel toe te passen. Dit onderzoek is nodig om de maatregel effectief te ontwerpen.

Borging

-Als deze maatregel wordt toegepast dient de langdurige bescherming ruimtelijk te worden geboegd, bijvoorbeeld in het omgevingsplan. Er dienen dan specifieke bouwkundige en structurele eisen te worden opgenomen, zodat het niet mogelijk is om de constructie later te vervangen (met een minder afschermend barrière) binnen de planregels.

Onderhoud

-Als de constructieve bescherming afhangt van onderhoud dient dit onderhoud te worden geborgd. Aangezien het een barrière zal dit hoofdzakelijk normaal onderhoud bedragen en geen specifieke onderhoudseisen. Er dienen duidelijke afspraken te worden gemaakt over welke partij de kosten van het onderhoud zal dragen.

Kennis

-Vanwege de benodigde onderzoeken is het essentieel dat zowel bij de initiatiefnemer als het relevante bevoegd gezag kennis aanwezig is om de maatregel te beoordelen en te toetsen. Dit aspect dient aan de beginfase van het mogelijk maken van de maatregel al te worden verkend, zodat eventuele kennisleemten vroegtijdig worden vastgesteld.

Ontwerputgangspunten

-Bij het invullen van de maatregel dient er voor het explosiescenario rekening te worden gehouden dat de barrière geen (tot weinig) nieuwe objecten introduceert die kunnen gaan vliegen richting de te beschermen gebouwen. Zoals bijvoorbeeld een geluidswal van glas die bij een explosie gefragmenteerd richting de te beschermen gebouwen vliegt.

Ervaringsniveau

-*Reeds gerealiseerd*

Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.

-*Planfase*

Niet om specifiek te beschermen tegen explosies of brand.

-*Wordt soms overwogen maar nog nooit uit de planfase gekomen*

Wel overwogen.

Leemten in kennis

De effectiviteit van barrières bij explosies is uitgebreid onderzocht door het NIPV, RIVM en Antea Group¹⁹. Het specifiek toepassen van de een barrière is als bescherming tegen een explosie is binnen dit onderzoek nog niet in de praktijk geconstateerd.

¹⁸ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024

¹⁹ De effectiviteit van een barrière als explosiewerende maatregel, NIPV, 2024. De effectiviteit van een fysieke barrière in een explosieaandachtsgebied, Antea Group, NIPV en RIVM.

4. Kader en scenario's

4.1 Wettelijk kader omgevingsveiligheid

Introductie omgevingsveiligheid

De maatschappelijk doelen van de Omgevingswet zijn het beschermen en benutten van de fysieke leefomgeving. Omgevingsveiligheid gaat daarbij over de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen bij een milieubelastende activiteit (mba). Het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), een uitvoeringsbesluit van de Omgevingswet, geeft de hoofdlijnen voor de beoordeling voor de omgang met omgevingsveiligheid.

Binnen de omgevingsveiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en de aandachtsgebieden (het groepsrisico). Hoewel beide begrippen verbondenheid hebben zijn er belangrijke verschillen. Voor deze inventarisatie zijn de aandachtsgebieden relevant. Binnen het kader van deze inventarisatie blijft het plaatsgebonden risico buiten beschouwing.

Aandachtsgebieden

Vanaf het van kracht worden van de Omgevingswet bestaan er, voor toen bestaande risicovolle mba's, van rechtswege aandachtsgebieden langs of rondom een risicovolle mba. In bijlage VII van het Besluit kwaliteit leefomgeving wordt – voor de daarin aangewezen risicobronnen – een vaste afstand voor deze aandachtsgebieden gegeven, of is aangegeven dat deze aandachtsgebieden berekend moeten worden. Een aandachtsgebied is een gebied waarbinnen personen in een gebouw onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevolgen van een incident met gevaarlijke stoffen. De Omgevingswet kent drie soorten aandachtsgebieden langs de routes uit het Basisnet:

- een brandaandachtsgebied van 30 meter langs weg en water;
- een explosieaandachtsgebied van 200 meter langs weg en water;
- een gifwolkaandachtsgebied van (waarschijnlijk) 300 meter langs weg en water (nog vast te stellen).

Binnen een aandachtsgebied moet de gemeente in het omgevingsplan beschouwen hoe groepen mensen beschermd worden en of deze bescherming afdoende is (artikel 5.15 Bkl). In hoofdstuk 9 van het Besluit kwaliteit leefomgeving staat beschreven dat de voorschriften overeenkomstig van toepassing zijn op projectbesluiten.

Effect

Een aandachtsgebied markeert het gebied waarbinnen het effect van een incident met gevaarlijke stoffen het meest nadrukkelijk optreedt. De omvang van een aandachtsgebied zegt niets over de kans op een incident, de kans op een incident blijft binnen deze rapportage buiten beschouwing.

4.2 Scenario's bij Basisnet weg en water

4.3 Brand

We onderscheiden de volgende scenario's bij brand als gevolg van een uitstroom van gevaarlijke stoffen:

- Plasbrand
- Fakkelfbrand
- Wolkbrand

Effect en blootstelling - Plasbrand

Scenariooverloop

Na een botsing kan een tank of tankwagen met (zeer) brandbare vloeistoffen, bijvoorbeeld benzine, beschadigd raken, en er kan een vloeistofplas ontstaan. Het al dan niet ontbranden is afhankelijk van externe ontstekingsbronnen. Bij ontsteking zal zich een plasbrand vormen. De plasbrand veroorzaakt een hevige brand met hittestraling tot op enige afstand. De tijdsduur en omvang van deze brand hangt af van de mate van vloeistofafvoer en type uitstroom. Op de weg is voor benzine is de totale uitstroom circa 23.000 kg, voor LNG 18.000 kg²⁰.

- Water: Op water is het lastig te voorspellen in welke richting de plasbrand zich verplaatst. Mede door de stroming van het water.
- Weg: Voor wegen geldt primair dat om spoorvorming bij regenval te voorkomen een vloeistof zo snel mogelijk moet worden afgevoerd.

Effect

Uitgaande van het gegeven dat voor de weg afvoer geregeld is via hemelwaterafvoer in combinatie met adequate opvang, er maximaal sprake kan zijn van een enkele minuten durende plasbrand. Zonder maatregelen duurt een plasbrand met bijvoorbeeld benzine circa 4 minuten en LNG 2 minuten²⁰. Dit is niet van toepassing op een vaarweg.

Blootstelling

Indien als uitgangspunt wordt gehanteerd dat ten behoeve van de hemelwaterafvoer alle vloeistoffen binnen enkele minuten nagenoeg volledig kunnen worden afgevoerd, en de omgeving voor deze tijdsduur voldoende brandwerend is ingericht, dan is het effect beheersbaar. Dit is niet van toepassing op een vaarweg.

Effect en blootstelling - Fakkelfbrand

Scenariooverloop

Na botsing vindt penetratie plaats van de tank of tankwagen beladen met brandbaar gas onder druk met directe ontsteking. Gevolg is uitstroming van de brandbare stof als fakkel als gevolg van de hoge druk. Het is op voorhand niet te voorspellen waar de fakkel precies op aanstraalt, dit hangt af van het incidentverloop en waar een eventueel object ligt die voor doorboring van de ketelwand zorgt. Gesteld kan worden dat de initiële kans op dit scenario zeer klein is, vervolgens is de kans dat de fakkel precies op het gebouw straalt nog kleiner. De fakkel kan ook afzijdig van het gebouw ontstaan (de tegenovergestelde richting op stralen).

Effect

Bij een fakkelbrand is de warmtestraling leidend. De brandbare stof brandt snel en vormt een grote, vaak felgekleurde turbulente vlam. Deze vlam zal in één specifieke richting schieten en lijkt op een fakkel, vandaar de naam "fakkelfbrand". Vooral het oppervlak wat door de vlam geraakt wordt krijgt met een intense warmtebelasting van meer dan 55 kW/m² tot circa dan 75 meter²¹. De duur van een fakkelbrand is maximaal circa 23 minuten²¹.

Blootstelling

In het Handboek Omgevingsveiligheid van het RIVM²² staat dat langdurige bescherming in het gebied rondom de fakkel echter vrijwel onmogelijk is, omdat de warmtestraling daar zo intens is dat alle brandbare materialen vrijwel direct ontbranden. In dat geval is de maximaal te behalen winst het ervoor zorgen dat de eventuele constructie zo lang mogelijk in stand blijft, zodat mensen tijd hebben om te vluchten.

Effect en blootstellen - Wolkbrand

Scenariooverloop

Een wolkbrand kan ontstaan doordat na botsing de tank beschadigd raakt. Uit het gat dat ontstaat kan gas uitstromen. Als dit ontsteekt is er sprake van een wolkbrand.

Effect

Na ontsteking leidt dit tot een kortdurende vlammenzee. De gevolgen van een wolkbrand is volledig afhankelijk van de grootte van de wolk, maar zal in alle gevallen van korte duur zijn²³.

Blootstelling

Binnen het gebied van de wolkbrand overlijden mensen door de gevolgen van hitte en brandwonden, echter indien voldoende brandwerende maatregelen worden getroffen aan de omgeving zal dit niet leiden tot slachtoffers als gevolg van de wolkbrand bij de aanwezigen in de omgeving.

²⁰ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG, Benzine – Plasbrand – Weg

²¹ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG – Fakkelbrand – Weg

²² RIVM (2024). Handboek Omgevingsveiligheid. RIVM.nl.

²³ Scenarioboek NIPV, Tankwagen LNG – Wolkbrand – Weg

4.4 Explosies

We onderscheiden de volgende scenario's bij explosies als gevolg van een uitstroom van gevaarlijke stoffen:

1. Koude BLEVE
2. Warme BLEVE
3. Gaswolkexplosie

Effect en blootstelling - Koude BLEVE

Scenariooverloop

Een koude BLEVE wordt veroorzaakt door mechanisch falen van de tank. Dit kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door ontsporing of een botsing. De tankwagen met tot vloeistof verdicht (en vaak brandbaar) gas bezwijkt waardoor er explosief snelle verdamping plaatsvindt met stevige drukgolven tot gevolg. In geval van brandbaar gas ontsteekt deze direct en volgt er daarbij een stevige vuurbal.

Effect

Bij een koude BLEVE ontstaat een drukgolf en (bij brandbare stoffen) een vuurbal. De effecten van een koude BLEVE reiken minder ver dan in het geval van een warme BLEVE omdat er geen opwarming van de vloeistof plaatsvindt voor het bezwijken van de tank. Hierdoor zal er een beperkt deel van de vloeistof explosief snel verdampen (flashen) en zal het overige deel langzaam uitdampen zonder drukeffecten.

Blootstelling

De koude BLEVE geeft drukopbouw in de omringende gebouwen welke kunnen falen met kans op instorting en mogelijk brokstukuitworp/vliegvuil.

In het geval van een 'koude' BLEVE is er geen tijd om te vluchten. In de directe omgeving zullen zonder maatregelen alle personen in gebouwen bedreigd worden door mogelijke instorting en naar binnen gerichte scherfwerking en personen die zich onbeschermd buiten bevinden slachtoffer kunnen worden van meesleureffecten, vliegvuil en (bij brandbare stoffen) felle hittestraling van de vuurbal.

Effect en blootstelling - Warme BLEVE

Scenariooverloop

De warme BLEVE is een potentieel escalatiescenario: wanneer een tankwagen of schip met brandbare gassen, een plasbrand kan leiden tot het falen van een tank met brandbare gassen als gevolg van drukopbouw. Dit leidt in de referentiesituatie tot een brandbare wolk van ca. 200 meter doorsnee met een 100% letaliteit.

Voor de kans op een incident wordt in de HART geen onderscheid gemaakt tussen een warme en koude BLEVE. In het Scenarioboek wordt echter wel toegelicht dat voor het ontstaan van een warme BLEVE eerst een brand nodig is. Het is bij de weg zeer onwaarschijnlijk dat juist op het moment van een incident met een zeer brandbaar vloeistof tankwagen er zich ook een brandbaar gas tankwagen in de directe nabijheid bevindt. Op vaarwegen is dit nog onwaarschijnlijker. De kans op een warme BLEVE is derhalve zowel voor water als voor weg onwaarschijnlijk.

Effect

Zoals hiervoor geschetst wordt het scenario onwaarschijnlijk geacht, uitgaande van de zeer kleine kans dat een tankwagen of schip met brandstof en een brandbaar gas samen in een ongeluk komen. Het theoretische effect is omvangrijker dan een koude BLEVE, met daarnaast als belangrijkste onderscheid dat er meer tijd tussen het incident en het optreden van effecten.

Blootstelling

Niet aan de orde, mits de onder 'Scenario' en 'Effect' genoemde voorziening voor hemelwaterafvoer aanwezig is bij de weg.

Effect en blootstelling - Gaswolkexplosie

Scenariooverloop

Een gaswolkexplosie wordt veroorzaakt doordat na botsing een tankwagen of schip met brandbaar gas of een vluchtige brandbare vloeistof beschadigd waardoor er plotseling gas kan ontsnappen. Deze gaswolk leidt eerst

tot wolkvorming, deze wolk kan vervolgens worden ontstoken. Als de hete verbrandingsproducten niet meteen kunnen uitzetten maar worden opgesloten kan druk ontstaan. De opbouwende druk verhoogt de brandsnelheid en de gaswolk kan exploderen.

Effect

Door drukopbouw van een gaswolk explodeert deze, met als gevolg een explosie²⁴.

Blootstelling

De gaswolkexplosie veroorzaakt drukopbouw in de omringende gebouwen welke kunnen falen met kans op instorting en mogelijk brokstukuitworp/vliegvuil.

In het geval van een gaswolkexplosie is er geen tijd om te vluchten. In de directe omgeving zullen zonder maatregelen alle personen in gebouwen bedreigd worden door mogelijke instorting en naar binnen gerichte scherfwerking en personen die zich onbeschermd buiten bevinden slachtoffer kunnen worden van meesleureffecten, vliegvuil en (bij brandbare stoffen) felle hittestraling van de vuurbal.

4.5 Toxische wolk

Effect en blootstelling – Toxische wolk

Scenariooverloop

Na een botsing of ontsparing kan door beschadiging aan de tankwagens toxisch gas of vloeistof vrijkomen, wat leidt tot een toxische wolk.

Effect

Tankwagens of schepen met toxische vloeistoffen of gassen kunnen lek raken als gevolg van een botsing of door defecte onderdelen. Ook is het mogelijk dat door een botsing de inhoud van de tank in één keer vrij komt (zogenaamd instantaan falen). De inhoud van de tank kan dus vrijkomen op twee wijzen: continue uitstroming in het geval van een lekkage of instantaan vrijkomen in het geval van het instantaan falen van de tank. De omvang van de uitstroming is afhankelijk van een groot aantal factoren, in een over- of onderbouwingssituatie betreft dit vooral de grootte van het lek, het type stof en de druk. Bij het vrijkomen van de toxische stof ontstaat een toxische wolk en in het geval van instantaan falen ook een koud-kokende plas. Bij grotere lekkages kan er ook een plas ontstaan.

Blootstelling

Bij een deel van de aanwezige personen kan letaal letsel optreden door blootstelling aan de gaswolk. Bij de toxische scenario's zit er enige tijd tussen het ontstaan van het ongeval en het optreden van letsel bij aanwezigen. Daarbij is ook de duur van de blootstelling van invloed op de ernst van het letsel.

²⁴ Scenarioboek Tankwagen LPG – Wolkbrand / Gaswolkexplosie – Weg

5. Opmerkingen en aanbevelingen

Op grond van de deskstudie, de inputsessie met betrokken partijen en de daaropvolgende selectie van maatregelen op grond van de scope, inclusief internationale reflectie, kan worden geconcludeerd dat de geïnventariseerde maatregelen (binnen de scope) een actueel beeld geven van de op dit moment bekende potentiële omgevingsmaatregelen langs transportcorridors over weg en water. Op basis van deze inventarisatie van omgevingsmaatregelen is geconstateerd dat het aantal omgevingsmaatregelen langs weg en water dat effectieve veiligheidswinst oplevert beperkt is.

Dat neemt niet weg dat er geen mogelijke nieuwe ontwikkelingen zullen zijn. Het wordt dan ook geadviseerd om de ontwikkelingen van omgevingsmaatregelen op de voet te volgen. Het is mogelijk om de structuur van deze inventarisatie te gebruiken en periodiek uit te breiden met nieuwe inzichten en innovaties. Dit maakt het mogelijk om de maatregelen objectief te vergelijken. Met het oog op ontwikkelingen binnen het vervoer van gevaarlijke stoffen, omgevingsveiligheid en de ruimtelijke ordening wordt geadviseerd eens in de drie-vijf jaar een herijking uit te voeren.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Zutphenseweg 31D
7418 AH Deventer
Postbus 321
7400 AH Deventer

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontlelen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl