



**Maatregelen omgevings-
veiligheid spoor**
Beschouwing toepasbaarheid

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0490744.100
concept revisie 1.0
11 maart 2024

Maatregelen omgevingsveiligheid spoor

Beschouwing toepasbaarheid

projectnummer 0490744.100
concept revisie 1.0
11 maart 2024

Auteur(s)

Wiro Gruijters
Jeroen Eskens
Roel Kouwen

Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Postbus 20906
2500 EX Den Haag

Gecontroleerd

Jeroen Eskens

datum
11 maart 2024

beschrijving
Definitief

vrijgave
WG



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	De maatregelen van de ‘eerste verkenning’	5
2.1	Nooduitgangen van een gebouw en vluchtroutes uit het gebouw	5
2.2	Schuilen binnen en rondom gebouwen, inclusief markering/bewegwijzering	6
2.3	Toepassen van een aarden wal als afscherming tegen explosies	8
2.4	Toepassen van plasbrandmaatregelen	8
2.4.1	Bescherming tegen plasbrand door oppervlaktebeperking	8
2.5	Toepassing van een ballastgeul	9
2.6	Actieve communicatie voor bewoners/omgeving over de aandachtsgebieden	10
3.	De maatregelen in lijn met artikel 4.91 t/m 4.96 Bbl	12
4.	Indicatieve afweging kosten / veiligheidswinst	14
5.	Conclusie en aanbevelingen	16
5.1	Aanbevelingen	16
	Bijlage 1: Overzichtstabel	17
	Bijlage 2 Leden werkgroep	18

1. Inleiding

In het kader van project Robuust Basisnet Spoor (RBS) verkent het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat samen met de ‘werkgroep Vaste Maatregelen¹’ omgevingsmaatregelen die als ‘vaste maatregel’ verankerd zouden kunnen worden in de Omgevingswet. In de onderhavige rapportage wordt deze gedachteverkenning voorzien van context om een nadere afweging mogelijk te maken.

Op Robuustbasisnet.nl wordt voor vaste maatregelen de onderstaande omschrijving gegeven:

Vaste Maatregelen
Als invulling van de beheersing van de groepsrisico's is het voorstel om in het Robuuste basisnet een aantal voorgeschreven maatregelen op te nemen in artikel 5.15 Bkl waarmee decentrale overheden hebben voldaan aan hun verantwoordingsplicht. Hierbij gaat het om de mogelijkheid dat tien of meer personen overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een aandachtsgebied.

De te verkennen maatregelen

In deze rapportage wordt ingegaan op twee groepen ‘vaste maatregelen’:

1. De maatregelen zoals bij een eerdere verkenning door Adviesbureau Rebel Group zijn voorgesteld.
2. De bouwkundige maatregelen zoals opgenomen in artikel 4.91 tot en met 4.96 van het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl).

De maatregelen worden verkend en beschreven vanuit de onderstaande invalshoeken:

- De mate van aanvullende bescherming.
- De toepasbaarheid.
- De kennisinfrastructuur om de toepasbaarheid te ondersteunen.
- Een indicatie van de kosten.

De verkenning is noodzakelijkwijs ‘hoog over’. Waar nodig wordt ter beeldvorming verwezen naar geanonimiseerde projectervaring. Wanneer overwogen wordt om een maatregel meer universeel tot te passen, is het gewenst dat naast de concrete keuze, ook een keuze wordt gemaakt ten aanzien van de kennisinfrastructuur om die keuze werkbaar en verantwoord te laten landen.

De positie van de maatregel binnen de verantwoordingsplicht

Onder de voorgaande wetgeving (zoals het Besluit externe veiligheid inrichtingen) is gespecificeerd welke elementen van de verantwoordingsplicht bij vergunningverlening of een ruimtelijk besluit beschouwd moeten worden. Onder de Omgevingswet is een dergelijke specificatie niet opgenomen, maar geldt die meer impliciet. Een overheid moet bij een besluit alles beschouwen dat relevant is. De in deze rapportage beschouwde maatregelen kunnen een bouwsteen bij het optimaliseren van de omgevingsveiligheid.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de door Rebel Group voorgestelde maatregelen. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de universele toepassing van de maatregelen zoals in het Bbl zijn vastgesteld voor een voorschriftengebied. Hoofdstuk 4 geeft een indicatief grafisch overzicht van het effect van de maatregelen in relatie tot de kosten. Hoofdstuk 5 geeft de algemene conclusie en aanbevelingen. In bijlage 1 is een tabel de samenvatting van de bevindingen per maatregel opgenomen.

¹ Zie bijlage 2

2. De maatregelen van de ‘eerste verkenning’

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zijn door adviesbureau Rebel Group, op basis van een eerdere verkenning, een vijftal (soorten) maatregelen voorgesteld. Deze zijn:

Nr.	Omschrijving	Aard maatregel	Effect op aandachtsgebied
1	Nooduitgangen van gebouwen en vluchtroutes uit gebouwen van het spoor af, inclusief markering/bewegwijzering	Bouwmaatregel	Brand
2	Beschutte plekken en schuilplaatsen binnen en rondom gebouwen, inclusief markering/bewegwijzering naar deze locaties	Bouwmaatregel	Brand
3	Toepassen van een aarden wal als afscherming tussen spoor en bebouwing	Omgevingsmaatregel	Explosie
4	Toepassing ballastgeul of aardenwal als plasbrandmaatregel	Omgevingsmaatregel	Brand
5	Actieve communicatie voor bewoners/omgeving over de aandachtsgebieden	Communicatiemaatregel	Brand, explosie en gifwolk

2.1 Nooduitgangen van een gebouw en vluchtroutes uit het gebouw

Omschrijving maatregel

Nooduitgangen van gebouwen en vluchtroutes uit gebouwen van het spoor af, inclusief markering/bewegwijzering.

Brandscenario's bij vervoer van gevaarlijke stoffen op het spoor

Bij brand op het spoor geeft de Omgevingswet twee scenario's:

- Plasbrand
- Fakkelfbrand

Verkenning van de positie van de maatregel bij de scenario's plas- en fakkelfbrand

Algemeen gesteld is het kunnen vluchten bij brand op of nabij het spoor een goede veiligheidsmaatregel. Voorwaarden zijn:

1. Een tijdige alarmering
2. Voldoende zelfredzaamheid van de personen in het gebouw
3. Bekendheid met de vluchtroute
4. Vluchtroutes in het gebouw hebben voldoende capaciteit
5. Vluchtroutes buiten het gebouw zijn voldoende veilig
6. Een veilige en bekende verzamelplaats om naar toe te vluchten

De in deze paragraaf beschreven maatregel richt zich op de punten 3 en 4.

De essentie van maatregel

Ingevolge de vereisten van het Bbl moet een gebouw *interne* vluchtwegen en nooduitgangen hebben om te kunnen vluchten bij brand *binnen* een gebouw. Het Bbl bevat onder meer eisen omtrent de interne afstanden tot de uitgangen en de capaciteit van de uitgangen.

Bij een brand (buiten) op het spoor kunnen de nooduitgangen die op het spoor zijn gericht, of waarvan de vluchtroute richting het spoor leidt, doorgaans niet veilig gebruikt worden. Dat betekent dat enkel de wél veilige nooduitgangen gebruikt kunnen worden. De capaciteit van de interne vluchtroute naar de nooduitgang en de nooduitgang zelf is, conform het Bbl, gebaseerd op een interne brand en de beschikbaarheid van *alle* nooduitgangen. Als nooduitgangen door een extern incident onbruikbaar zijn, neemt de capaciteit af en daarmee de vluchttijd toe.

De essentie van de maatregel richt zich daarmee op tijdwinst bij het vluchten door de beschikbaarheid van interne vluchtroutes richting nooduitgangen die van het spoor zijn afgericht.

De universele toepasbaarheid

De maatregel is vooral effectief bij grotere gebouwen. Vrijstaande- of rijtjeswoningen kennen in de regel goede mogelijkheden om te vluchten bij een interne brand en doorgaans zijn meerdere vluchtrichtingen beschikbaar. Bij grotere gebouwen kan met de voorgestelde maatregel tijdwinst worden geboekt. De tijdwinst is daarbij afhankelijk van de omvang van het gebouw en de oriëntatie ten opzichte van het spoor.

De maatregel kan geld kosten doordat mogelijk extra ruimte binnen het gebouw ingezet moet worden voor veiligheid en daarmee niet ingezet kan worden voor een ander doel. De omvang van deze kosten is echter sterk gebouw- en locatiespecifiek. Op basis van (beperkte) projectervaring kan geconstateerd worden dat bij het toepassen van de maatregel, de kosten geen discussiepunt zijn geweest.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

De huidige kennis van bouwkundigen, veiligheidskundige adviseurs, is voldoende om de maatregel effectief toe te passen. De maatregel wordt tot dusver niet algemeen toegepast omdat er geen wettelijke verplichting is.²

Binnen het gebouw moet een organisatiestructuur bestaan (bijvoorbeeld de bedrijfshulpverlening (BHV)), die bij een plas- of fakkelbrand aangeeft welke vluchtroute gevolgd moet worden om het gebouw veilig te verlaten en welke route buiten het gebouw – richting de verzamelplaats – veilig is.

Conclusie

Toepassing van de maatregel geeft tijdwinst bij het vluchten bij brand, door voldoende capaciteit van de van het spoor afgerichte vluchtroutes en nooduitgangen.

De maatregel is

De kosten van het toepassen van deze worden als zeer beperkt ingeschat.

Signalering: De huidige wetgeving staat in explosieaandachtsgebieden uitpandige vluchtroutes toe, zoals trappen aan de buitenzijde van een gevel. Deze bieden vanuit het oogpunt van externe veiligheid minder bescherming dan inpandige vluchtroutes. Bij aanpassing van de wetgeving ten aanzien van de nooduitgangen, zou overwogen kunnen worden om alleen inpandige verticale vluchtroutes toe te staan.

2.2 Schuilen binnen en rondom gebouwen, inclusief markering/bewegwijzering

Omschrijving maatregel

Beschutte plekken en schuilplaatsen binnen en rondom gebouwen, inclusief markering/bewegwijzering naar deze locaties.

Brandscenario's bij vervoer van gevaarlijke stoffen op het spoor

Bij brand op het spoor geeft de Omgevingswet twee scenario's:

- Plasbrand
- Fakkelbrand

Verkenning van de positie van de maatregel bij de scenario's plas- en fakkelbrand

In het algemeen is schuilen bij brand op of nabij het spoor een goede veiligheidsmaatregel. Voorwaarden zijn:

1. Een tijdige alarmering
2. Voldoende zelfredzaamheid van de mogelijk blootgestelde personen
3. Bekendheid met de locatie van de schuilplaats(en)
4. Vluchtroutes in het gebouw richting de schuilplaats hebben voldoende capaciteit
5. De schuilplaatsen zijn voldoende veilig voor de duur van het incident

De in deze paragraaf beschreven maatregel richt zich op de punten 4 en 5.

² Er zijn echter wel projecten waar deze maatregel in het kader van de verantwoordingsplicht al zijn toegepast.

De essentie van maatregel

Voor het beschrijven van de essentie c.q. effectiviteit van de maatregel maakt het uit of er sprake is van een plas- of fakkelbrand.

Plasbrand

Hoe groter het oppervlak van de plasbrand, hoe hoger de vlammen en hoe groter de reikwijdte van de warmtestraling. In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) is de begrenzing van de 10 kW/m² contour van een plasbrand vastgesteld op 30 meter breedte, ofwel de breedte van het brandaandachtsgebied. Indicatief kan worden gesteld dat een plasbrand in circa 15 minuten is leeggebrand. Er kunnen echter omstandigheden zijn waardoor de brand langer duurt.

Een schuilplaats binnen deze 30 meter zal een brandwering moeten bieden die tenminste beschermd gedurende de tijdsduur van de plasbrand. Dit kan gerealiseerd worden door het met warmte belaste gebouw:

- aan de buitenzijde brandwerend te maken of
- binnen het gebouw ruimten te maken die voldoende brandwerend zijn (een 'safe haven').

Voor de brandwering van de buitenzijde wordt in artikel 4.91 t/m 4.95 van het Bbl een maatregelenpakket gegeven³. Het maatregelenpakket heeft als primair doel dat de vluchtijd uit het gebouw wordt verlengd.

Voor brandwering van een safe haven, moet een gelijkwaardige brandbescherming worden gerealiseerd als aan de buitenzijde. Echter, vanwege de ligging binnen in een gebouw, mag de brandbescherming niet verminderd worden door leidingdoorvoeren, of het instorten van constructiedelen van dat gebouw enz. Indien een safe haven geen eigen uitgang uit het gebouw heeft, kan brand in de rest van het gebouw het vluchten uit een safe haven belemmeren. De brandwering van een safe haven is daarmee (aanzienlijk) complexer dan brandwering aan de buitenzijde.

Fakkelbrand

Bij een fakkelbrand stroomt er onder hoge druk een straal brandbaar gas uit een treinwagen. Bij ontbranding ontstaat een fakkel, die tot 110 meter lang kan zijn. De buitenzijde van de fakkel wordt daarbij begrensd door de 10 kW/m² contour. Een fakkel kan zich, afhankelijk van de uitstroomrichting van het gas, in alle richtingen verspreiden. Bij blootstellingsberekeningen en effectbeschouwing wordt er, worst-case, van uitgegaan dat de fakkel horizontaal is, en nabijgelegen panden kan raken.

Het maatregelenpakket van in artikel 4.91 t/m 4.95 van het Bbl is niet getest op de blootstelling aan brand door een combinatie van vlamcontact met een koolwaterstofbrand én de hoge gasdruk in de fakkel (denkvoorbeeld: een snijbrander). Wel kan bescherming worden geboden tegen de warmtestraling die langs een gebouw straalt en waarbij geen sprake is van vlamcontact. Dit zal verreweg de meest voorkomende situatie zijn.

De universele toepasbaarheid

De maatregel is effectief tegen de gevolgen van een plasbrand wanneer het gebouw als geheel wordt beschermd. Als maatwerk kan een safe haven worden toegepast. De maatregel is niet effectief tegen een fakkelbrand als de fakkel het gebouw raakt.

Het maatregelenpakket zoals beschreven in artikel 4.91 t/m 4.95 van het Bbl, is nadrukkelijk kostenverhogend. Er zijn meerdere projectenontwikkelingen in plasbrandaandachtsgebieden bekend die 'ontmoedigd' zijn door de kosten van deze maatregelen.

³ Dit maatregelenpakket is van toepassing als er een plasbrandaandachtsgebied/brandvoorschriftengebied van kracht is. Plasbrandaandachtsgebieden zijn destijds vastgesteld langs spoorwegen met meer omvangrijk vervoer van brandbare vloeistoffen.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

De huidige kennis van bouwkundigen, veiligheidskundige adviseurs, is voldoende om de bouwkundige maatregel effectief toe te passen.

Conclusie

Schuilen in een brandveilig gebouw of brandveilige ruimte in een gebouw biedt bescherming bij plasbrand. Schuilen kan bescherming bieden bij een fakkelbrand onder situaties dat er geen vlamcontact optreedt. De maatregelen zijn duidelijk kostenverhogend. Omdat vergelijkbare maatregelen in het verleden zijn voorgeschreven in plasbrandaandachtsgebieden, is bekend dat de hoge kosten ontmoedigend hebben gewerkt op bouwinitiatieven.

2.3 Toepassen van een aarden wal als afscherming tegen explosies

Omschrijving maatregel

Een maatregel waarbij tussen de incidentlocatie en de te beschermen gebouwen een omgevingsmaatregel wordt getroffen, die het nadelig effect van het incident vermindert of wegneemt.

Explosie-scenario's bij vervoer van gevaarlijke stoffen op het spoor

Bij explosie kent de Omgevingswet geen uitsplitsing naar het soort explosie. Wel is de begrenzing van het explosieaandachtsgebied gedefinieerd op overdruk en/of warmtestraling ten gevolge van de explosie. Een explosieaandachtsgebied langs het spoor heeft een breedte van 200 meter, en overlapt daarbij de 30 meter van het brandaandachtsgebied. Binnen die 30 meter gelden dus zowel de brand- als explosiescenario's.

De beschermende werking van een aarden wal

Aarden wallen worden genoemd als maatregel omdat deze beschermend kunnen werken bij de opslag van en omgang met munitie. Een in 2024 te publiceren onderzoek van het NIPV, RIVM, TNO en Antea Group toont aan dat aarden wallen als omgevingsmaatregel geen algemene en praktisch toepasbare oplossing biedt ter bescherming tegen de gevolgen van een explosie.

Conclusie

Een aarden wal biedt geen algemene en praktisch toepasbare oplossing ter bescherming tegen de gevolgen van een explosie.

2.4 Toepassen van plasbrandmaatregelen

Een omgeving kan beschermd worden tegen plasbrand door de oppervlakte van de plas voldoende te beperken en/of de plas af te vangen in een ballastgeul.

2.4.1 Bescherming tegen plasbrand door oppervlaktebeperking

De essentie van maatregel

Bij een plasbrand wordt uitgegaan van een plas met een oppervlak van 300 tot 600 m² en een vlamhoogte van 30 tot 40 meter. Hoe kleiner de plas, hoe lager de vlamhoogte, des te minder de reikwijdte van de warmtestraling. Door nabij het spoor te voorkomen dat een groot vloeistofoppervlak kan ontstaan, kan het effect van een plasbrand beïnvloed worden. Een aarden wal langs het spoor voorkomt bijvoorbeeld dat brandbare vloeistof het achterliggende gebied instroomt. Als tevens voor de aardenwal het oppervlak van de plas voldoende klein is, wordt het effect van een eventuele plasbrand effectief verminderd.

De universele toepasbaarheid

Het effectief en duurzaam beperken van het plasbrandoppervlak vraagt een locatiespecifiek en gedegen vooronderzoek én een goede verankering van de maatregel in het omgevingsplan. De maatregel vereist dus maatwerk. Doordat de maatregel geïntegreerd is in een omgeving, bestaat het risico dat deze niet als zodanig herkend wordt, en de geboden bescherming door latere fysieke aanpassingen in de omgeving wordt weggenomen.

Afhankelijk van de noodzakelijke aanpassingen om het plasbrandoppervlak te beperken, kan de maatregel zeer goedkoop, dan wel zeer kostbaar zijn.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

Het toepassen van een plasbrandoppervlak beperkende maatregel vraagt gecombineerde kennis (brandveiligheid, bouwkunde, vloeistofgedrag, gedrag van grondwater, bodemkennis enz.). Deze (gecombineerde toepassing van) kennis is vooralsnog schaars.

Conclusie

Het beperken van het plasbrandoppervlak, vereist maatwerk, maar kan een effectieve bescherming bieden. De kosten van de maatregel zijn sterk locatiespecifiek. Doordat de maatregel geïntegreerd is in een omgeving, bestaat het risico dat deze niet als zodanig herkend wordt, en de geboden bescherming door latere fysieke aanpassingen in de omgeving wordt weggenomen.

2.5 Toepassing van een ballastgeul

Algemeen gesteld kan een ballastgeul een goede maatregel zijn tegen plasbrand. Voorwaarden zijn:

1. Geschiktheid van de omgeving voor het situeren van de geul
2. De ballastgeul moet onafhankelijk van de hoogte van het grondwater kunnen functioneren.
3. Deskundig ontwerp en uitvoering
4. Onderhoud

De voorwaarden zoals genoemd bij bouwkundige maatregelen zijn niet aan de orde.

De essentie van maatregel

De ballastgeul voorkomt een plasbrand waarbij de vlammen 30 tot 40 meter hoog kunnen worden. Boven de ballastgeul ontstaan wel (herhaald) kortstondig kleine/lage vlammen, maar deze zijn te klein om gebouwen in de nabijheid te laten ontbranden.

Bij een goed ontworpen en onderhouden ballastgeul stroomt de brandbare vloeistof af naar een geul die gevuld is met ballast. In het ballastbed verdampt de vloeistof en ontbrandt. Vervolgens smoort de brand omdat verbrandingsgassen de toetreding van zuurstof in het ballast bemoeilijken. Als er weer zuurstof is, kan de damp weer ontbranden enz.

De universele toepasbaarheid

Het principe van de ballastgeul is universeel toepasbaar omdat het gebaseerd is op de werking van natuurwetten. Wél vereist de toepassing een goed locatiespecifiek ontwerp en dient de omgeving zodanig ingericht te worden dat grotere plassen met brandbare vloeistof nabij de ballastgeul voorkomen worden.

Ervaring leert dat een goed ontworpen ballastgeul goedkoper is dan het toepassen van bouwkundige maatregelen. Indien ook scherfvrij glas wordt voorgeschreven, heeft de ballastgeul als voordeel dat de meer complexe combinatie met brandwerend glas niet nodig is.

Een ballastgeul beschermt niet tegen fakkelbrand. Dat betekent in situaties waar het omgevingsplan zeer kwetsbare functies niet uitsluit, en er dus een voorschriftengebied moet zijn aangewezen, de ballastgeul wel kan worden toegepast tegen plasbrand, maar alsnog bescherming tegen fakkelbrand geboden moet worden. Indien er geen sprake is van een voorschriftengebied, kan wel enkel de ballastgeul als omgevingsmaatregel in een brandaandachtsgebied worden toegepast.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

Het ontwerp van een ballastgeul vraagt gecombineerde kennis (brandveiligheid, bouwkunde, vloeistofgedrag, gedrag van grondwater, bodemkennis enz.). Deze (gecombineerde toepassing van) kennis is vooralsnog schaars.

Conclusie

Een aarden wal geeft geen effectieve bescherming. Een goed ontworpen ballastgeul biedt een goede bescherming tegen plasbrand. De praktijk leert dat een ballastgeul een financieel aantrekkelijk alternatief is ten opzichte van bouwkundige brandwerende maatregelen.

2.6 Actieve communicatie voor bewoners/omgeving over de aandachtsgebieden

Omschrijving maatregel

Communicatie met bewoners over wat het wonen in een brand-, explosie- en/of gifwolkaandachtsgebied betekent.

Vraagverkenning door Antea Group

De maatregel is algemeen en ruim omschreven en leent zich daarom voor een nadere invulling. De focus van de omschreven maatregel ligt op het informeren van bewoners. Het lijkt ons goed om de doelgroep te verbreden met werknemers en leerlingen. Deze verblijven ook langdurig op een (relatief) vaste locatie.

Er wordt in Nederland, vanuit de rijksoverheid of veiligheidsregio's, regelmatig aan risicocommunicatie gedaan, denk aan de algemene en duidelijke boodschap: 'Ramen en deuren sluiten, radio aan'. Deze informatie is zeker noodzakelijk. Locatiespecifieke of zelfs gebouwgerichte risicocommunicatie is minder gangbaar. Een van de doelen achter de introductie van aandachtsgebieden is om een risicobron en de effecten van een incident concreet te benoemen. Dit om basis te bieden voor een actieve communicatie over het treffen van maatregelen en het hierbij gewenste handelingsperspectief voorafgaand, tijdens of na het incident.

Wij interpreteren de vraag daarmee als: Locatiespecifieke of gebouwgerichte risicocommunicatie, gericht op het effectief gebruik van veiligheidsvoorzieningen, en het vertonen van het gewenste handelingsperspectief, voorafgaand, tijdens en na een incident met gevaarlijke stoffen.

Deze omschrijving sluit bijvoorbeeld aan op een aantal van de in paragraaf 2.1 gegeven voorwaarden:

1. Een tijdige alarmering
2. Voldoende zelfredzaamheid van de personen in het gebouw
3. Bekendheid met de vluchtroute
4. Vluchtroutes in het gebouw hebben voldoende capaciteit
5. Vluchtroutes buiten het gebouw zijn voldoende veilig
6. Een veilige en bekende verzamelplaats om naar toe te vluchten

De essentie van maatregel

De hiervoor genoemde maatregel spitst zich toe op communicatie over het effectief gebruik van veiligheidsvoorzieningen, en het vertonen van het gewenste handelingsperspectief op gebouw of locatieniveau.

De universele toepasbaarheid

De maatregel is universeel toepasbaar, maar wordt nog zeker niet universeel toegepast. De ervaring leert dat bij veel projecten waarbij een BHV betrokken is, het handelen vooral of uitsluitend is afgestemd op een incident *binnen* het gebouw. Het juist handelen bij een incident *buiten* het gebouw is geen vast thema. Er valt hier dus veiligheidswinst te behalen.

Wat betreft de kosten kan in veel situaties effectief worden aangesloten bij de bestaande veiligheidsorganisaties, zoals de BHV.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

De huidige kennis van bouwkundigen, veiligheidskundige adviseurs, is voldoende om de maatregel effectief toe te passen. Aanpassing is benodigd op scope/cultuur ten aanzien van veiligheid in een gebouw op een locatie. Veel BHV-organisaties zijn vooral op het handelen bij brand in een gebouw, of eerste hulp bij personen in het gebouw. De wijze van handelen bij een (dreigend) incident buiten een gebouw, of de keuze tijdens een gifwolkincident als mensen van buiten het gebouw in paniek om schuilmogelijkheid vragen, zijn geen standaard onderdeel van de veiligheidsprotocollen.

Conclusie

Risicocommunicatie op gebouw of locatieniveau is een maatregel uit de categorie 'laaghangend fruit'. De systematiek van aandachtsgebieden ondersteunt deze communicatie doordat de herkenbaarheid van het risico wordt bevorderd. Integrale toepassing van deze communicatie vraagt om integratie met het werkgebied van andere 'veiligheidsbeheerders'.

De kosten van het toepassen van deze worden als zeer beperkt ingeschat.

3. De maatregelen in lijn met artikel 4.91 t/m 4.96 Bbl

Als binnen een aandachtsgebied een voorschriftengebied is aangewezen, moeten de bouwkundige maatregelen zoals beschreven in artikel 4.91 t/m 4.96 van het Bbl – bij nieuwbouw - worden toegepast. Als geen voorschriftengebied is aangewezen, dan kan een gemeente hier niet toe verplichten. Wel kan een gemeente vragen om dit te doen of kan een initiatiefnemer zelf besluiten om dit aanvullende beschermingsniveau te realiseren.

Artikel 4.91 tot en met 4.95, brandwering

De artikelen 4.91 t/m 4.95 richten zich op de bouwkundige bescherming van brand. Binnen de context van deze rapportage worden de relevante punten al beschreven in paragraaf 2.2. Daarom wordt hierop in dit hoofdstuk niet nader ingegaan.

Artikel 4.96, voorkoming van scherfwerking van glas

Artikel 4.96 richt zich op de bescherming van personen in gebouwen tegen de scherfwerking van explosies. In tegenstelling tot de hiervoor genoemde artikelen ten aanzien van de brandbescherming waarbij concrete normen worden genoemd, geeft artikel 4.91 enkel een doel: de scherfwerking van glas moet worden voorkomen. Langs spoorwegen geldt de verplichting voor de delen die, binnen het 200 meter brede explosieaandachtsgebied, zijn aangewezen als voorschriftengebied.

De kaders voor het voorkomen van de scherfwerking

Scherfwerking van glas kan op verschillende manieren worden voorkomen. De meest voor de hand liggende methode is om geen glas toe te passen. Echter, het Bbl stelt ook eisen aan de luchttoetreding in een gebouw, dus blijven glastoepassingen noodzakelijk.

Specifieke glastoepassingen kunnen veel soorten problemen verminderen of wegnemen, zoals:

- Thermisch isolatieglas dat de warmte binnen of buiten een gebouw houdt.
- Brandwerend glas dat brand (voor een bepaalde periode) weert.
- Doorvalveilig glas, dat voorkomt dat mensen door een ruit naar buiten (en beneden) vallen.
- Scherfvrij glas⁴, dat voorkomt dat glasscherven naar binnen (of buiten) vliegen, zodat personen niet aangetaast worden in hun zelfredzaamheid.

In Nederland gelden algemene eisen voor thermische isolatie. In geluidrijke omgevingen gelden eisen voor geluidisolatie en voor hogere gebouwen gelden eisen voor doorvalveiligheid. Er gelden geen landelijke eisen voor scherfwerking in omgevingen waar explosies kunnen optreden. Ook ontbreekt wetgeving die concrete kaders stelt aan de toepassing van scherfvrij glas in explosievoorschriftengebieden.

De essentie van maatregel

Er zijn glastoepassingen mogelijk die bestand zijn tegen de overdruk van een explosie en waarvan de scherfwerking (het aantal scherven dat vrijkomt) gelimiteerd is. In combinatie met een goed kozijn kan hiermee aanvullende bescherming voor de personen in een gebouw worden gerealiseerd.

De universele toepasbaarheid

In potentie is de maatregel universeel toepasbaar. De maatregel wordt door sommige gemeenten ook al geëist en de technische mogelijkheden zijn er. Bij een explosie treedt glasschade over een relatief groot gebied op, scherfvrij glas biedt binnen een groot deel van dat gebied een aanvullende bescherming.

De maatregel is vooral kosteneffectief bij grotere projecten, waarbij in het ontwerp eenheid is gebracht is de maatvoering van het glas. Bij vrijstaande woningen, met een grote variatie in de maatvoering van het glas, zijn de engineeringkosten verhoudingsgewijs hoog. Kort na de introductie van de geluidisolatie-eisen in de Wet

⁴ Wij spreken bewust over scherfvrij glas. Explosiewerend glas is bestand tegen de overdruk waarop het ontworpen is, maar kan nog wel scherven afgeven. Bij scherfvrij glas is ook een norm (ASTM) gesteld aan de hoeveelheid scherven die nog mogen vrijkomen. De benaming 'scherfwerend glas' is onjuist: glas weert geen scherven, het is de bron van de scherven.

geluidhinder, speelde een vergelijkbaar probleem. Door de opbouw van ervaring (kennisinfrastructuur) zijn de engineeringkosten veel minder bepalend geworden.

De kennisinfrastructuur om de maatregel te ondersteunen

De kennisinfrastructuur voor het realiseren van oplossingen voor het voorkomen van scherfwerking is in ontwikkeling. Op dit moment moet geconstateerd worden dat er grote kennisverschillen zijn tussen glasleveranciers, leveranciers van kozijnen, adviesbureaus en gemeenten die de eisen opleggen of de toepassing toetsen. Er bestaan echter goede voorbeelden waarvan geleerd kan worden.

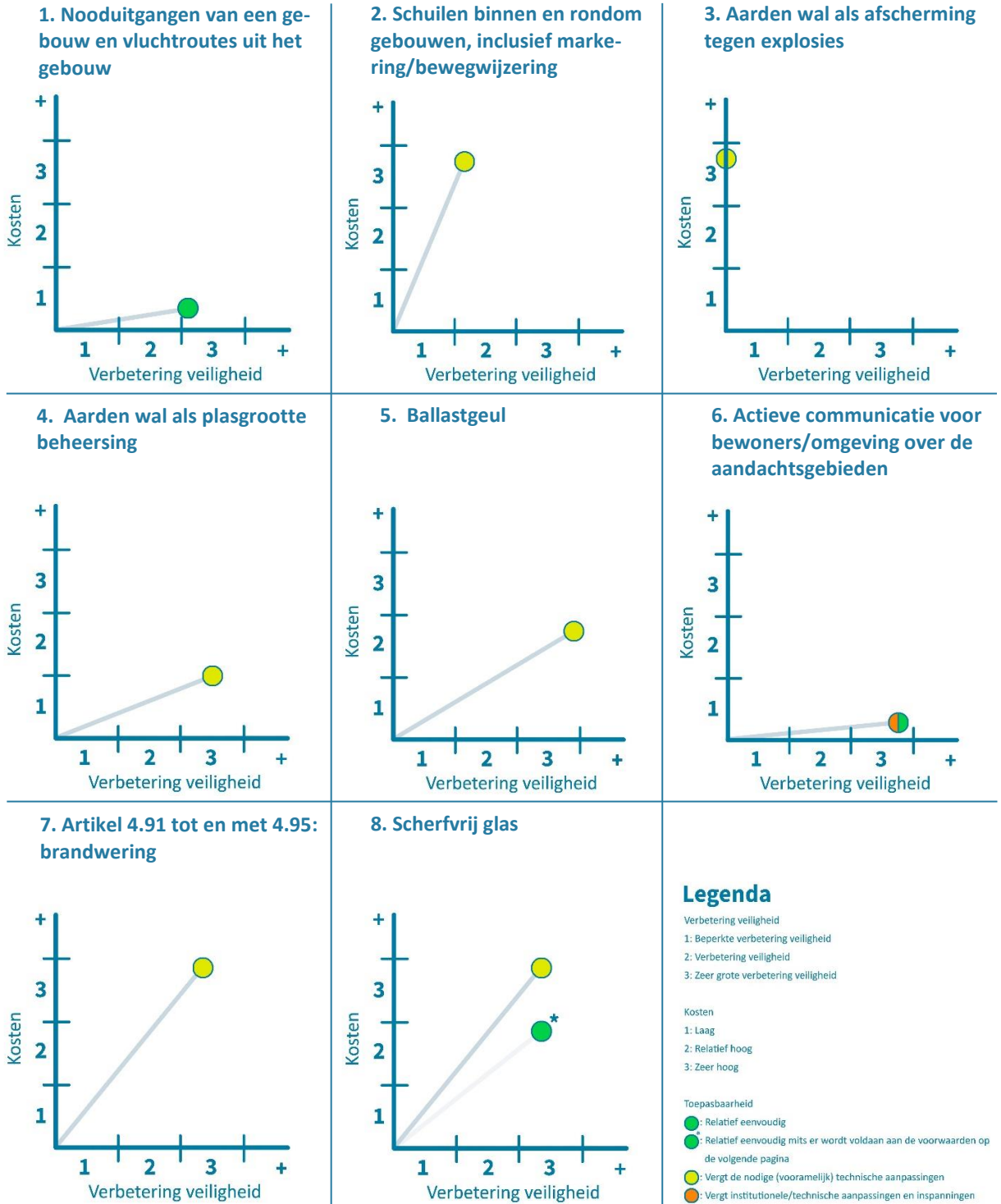
Er zijn ook omstandigheden waaronder schervrij glas niet functioneert. Als een gebouw bezwijkt vanwege een explosie op zeer korte afstand, is de toegepaste glassoort niet relevant. Dit betekent dat een criterium moet zijn voor de aanvaarding dat glas als veiligheidsmaatregel niet functioneert. Hierbij speelt ook de afweging of dit criterium landelijk moet gelden, of door een afzonderlijke gemeente moet worden gesteld.

Conclusie

Met glastoepassingen kan een oplossing worden gegeven voor een veelheid aan problemen. Ook voor de bescherming tegen scherfwerking zijn oplossingen beschikbaar. Bij de introductie van de Wet geluidhinder is energie gestoken in de opzet van een kennisinfrastructuur om de toepassing van geluidwerend glas algemeen mogelijk te maken. Thans is de toen ontwikkelde kennis volledig geïntegreerd in de bouwwereld. Algemene toepassing van schervrij glas is mogelijk, er kan dan aanvullende veiligheid worden geboden tegen een scenario dat zeer bepalend is voor het groepsrisico, maar vraagt eenzelfde ontwikkelingsproces als bij glastoepassingen tegen geluidhinder..

4. Indicatieve afweging kosten / veiligheidswinst

De veiligheidswinst en kosten van maatregelen zijn afhankelijk van een veelheid aan factoren. In de onderstaande figuren zijn voor de verschillende maatregelen de indicatieve afwegingen gevisualiseerd. Per maatregel zijn er verschillende uitgangspunten en contextuele aspecten die bepalend zijn voor de positie op de twee assen. Deze uitgangspunten en kanttekeningen worden op de volgende pagina kort toegelicht per maatregel.



Uitgangspunten en kanttekeningen

Bij de grafieken op de vorige pagina horen uitgangspunten en kanttekeningen. Deze worden onderstaand per maatregel kort toegelicht:

1. Nooduitgangen van een gebouw en vluchtroutes uit het gebouw
 - a. Maatregel vooral goed toepasbaar op grote (appartementen)gebouwen
2. Schuilen binnen en rondom gebouwen, inclusief markering/bewegwijzering
 - a. Zeer kostbaar vanwege grote verscheidenheid aan benodigde technische kennis en kwaliteit.
 - b. Het uiteindelijke beschermende effect kan beperkt zijn, omdat de bescherming eindig is (zuurstof kan opraken of brandwerendheid kan niet lang genoeg in stand blijven).
3. Aarden wal als afscherming tegen explosies
 - a. Een aarden wal biedt geen algemene en praktisch toepasbare oplossing ter bescherming tegen de gevolgen van een explosie. Dus biedt geen extra veiligheid.
4. Aarden wal als plasgrootte beheersing
 - a. Voor beheersing van de plasgrootte is een aarden wal niet nodig, het kan ook met microreliëf of een zeer goede hemelwaterafvoer. Een hemelwaterafvoer verplaatst het probleem echter naar elders.
5. Ballastgeul
 - a. De ballastgeul is moeilijk toepasbaar bij projecten van enkele woningen.
 - b. Een ballastgeul kan ook bescherming bieden voor de reeds bestaande omgeving.
6. Actieve communicatie voor bewoners/omgeving over de aandachtsgebieden
 - a. Goedkope oplossing mits institutioneel ondersteund.
7. Artikel 4.91 tot en met 4.95: brandwering
 - a. Effectieve, maar kostbare toepassing.
 - b. De kosten van de maatregel werken bewezen ontmoedigend voor bouwen nabij het spoor.
8. Scherfvrij glas
 - a. Bij de beoordeling is rekening gehouden dat het niet alleen om het glas gaat, maar ook om de verankering in het kozijn.
 - b. *Als het toepassen van scherfvrij glas institutioneel (acceptatie restrisico) en binnen de industrie gewoonged is (zoals doorval beveiligd glas, geluidswerend glas etc) kan het kosteneffectief op grote schaal worden toegepast en is het zeer effectief.

5. Conclusie en aanbevelingen

Op verzoek van het ministerie van IenW is voor een aantal voorgeselecteerde maatregelen een gedachtenverkenning gemaakt omtrent algemene toepassing nabij spoorwegen in nieuwbouwsituaties.

De maatregelen zijn beschreven als afzonderlijke toepassing en los van locatiespecifieke context. De kostenindicatie is zeer globaal. De omvang en aard van het bouwplan kan kostenverhogend of juist kostenverlagend werken. Dit maakt het moeilijk om de maatregelen te vergelijken. Voor de beoordeling zijn in [hoofdstuk 4](#) kosten/batenverhoudingen gegeven en in [bijlage 1](#) een totaaloverzicht.

5.1 Aanbevelingen

- Het realiseren van [vluchtingen](#) aan de van het spoor afgekeerde zijde is een eenvoudige maatregel. Een voorbeeldenboek met een uitwerking van de capaciteitsberekening, maakt de maatregelen meteen goed toepasbaar.
- Het voorkomen [plasmavorming](#) (al dan niet in combinatie met een ballastgeul) is een relatief simpele maatregel, maar kent complexe onderdelen. Geadviseerd wordt een voorbeeldenboek op te stellen.
- [Actieve risicocommunicatie](#) is een zeer kosteneffectieve maatregel, maar vereist een ander type advisering dan bij de Veiligheidsregio's gangbaar is. Geadviseerd wordt om eerst met, bijvoorbeeld 3, veiligheidsregio's in overleg over de verschillen met de algemene risicocommunicatie en dan de adviezen uit te werken in een voorbeeldenboek.
- In de rapportage is aangegeven dat de toepassing van [scherfvrij](#) glas ten aanzien van een explosie tot een duidelijke veiligheidsverbetering kan leiden. Ook is aangegeven dat een goede kennisinfrastructuur een kosteneffectieve toepassing van deze maatregelen bevordert. Geadviseerd wordt om deze kennisinfrastructuur te stimuleren, waarbij wij adviseren om eerst algehele analyse te maken van de gewenste kennisinfrastructuur en de partijen en thema's die hierbij een rol spelen.

Ten slotte wordt opgemerkt dat het 'verantwoorden' van het beschermingsniveau langs spoorwegen een proces is waarbij tot een optimalisatie van de veiligheid wordt gekomen. Het resultaat van die optimalisatie kent in de praktijk een grote bandbreedte, en verschilt van het volstaan met bestaande situatie tot het toepassen van een combinatie van maatregelen. Het aanwijzen van geselecteerde maatregelen verandert dat proces. Ten opzichte van de bestaande situatie betekent dit dat maatregelen worden getroffen waar een bevoegd gezag dit eerder niet nodig vond óf een veiligheidssituatie geeft die minder is dan een bevoegd gezag eerder heeft vastgesteld.

Bijlage 1: Overzichtstabel

Overzicht maatregelen en beschrijving toepasbaarheid

	Nooduitgangen/ vluchtroutes	Schuilplaatsen binnen of buiten gebouw	Aarden wal	Oppervlak beper- king plasbrand	Ballastgeul	Actieve communi- catie	Brandwering art. 4.91 – 4.95 Bbl	Scherfwerking art. 4.96 Bbl
Scenario	Brand	Brand	Explosie	Brand	Brand	Brand, explosie, gifwolk	Brand	Explosie
Soort maatregel	Bouwkundig	Bouwkundig	Omgeving	Omgeving	Omgeving	Communicatie	Bouwkundig	Bouwkundig
Algemene toepas- baarheid	Groot	Kan algemene bruikbaarheid van gebouw verminderen	Niet. Er is geen praktisch bruikbaar effect	Afhankelijk van lo- catie en omvang bouwplan	Afhankelijk van lo- catie en omvang bouwplan	Ja, maar vereist maatwerk	Ja	Zonder goede ken- nisinfrastructuur vooral toepasbaar bij grotere pro- jecten.
Leent zich voorna- melijk voor	Toepassing bij grote gebouwen.	Als vluchten niet kan of mag.	Nvt.	Binnenstedelijke si- tuaties	Grotere nieu- bouwprojecten	Kantoren nabij het spoor.	Kleine en grote projecten	
Schaalniveau	Onafhankelijk van aantal gebouwen	Onafhankelijk van aantal gebouwen		Vereist bouwplan met meerdere wo- ningen	Vereist bouwplan met meerdere wo- ningen	Onafhankelijk van gebiedsgrootte	Onafhankelijk van aantal gebouwen	
Beschermend effect*	Geeft tijdwinst bij vluchten	Kan tijdsduur be- scherming verlen- gen, maar die tijd is eindig.	Geen praktisch bruikbaar effect	Gelijkwaardig aan bouwkundige maatregelen	Gelijkwaardig aan bouwkundige maatregelen	Vergroot juiste handelingsperspec- tief, geeft tijd- winst.	Effectief bij plas- brand	Algemene toepas- sing levert voor grootgebied effec- tieve bescherming.
Kosten	Zeer beperkt	Hoog	Nvt	Hoe meer wonin- gen, hoe goedko- per.	Hoe meer wonin- gen, hoe goedko- per.	Beperkt	Hoog, duurder dan omgevingsmaatre- gel	Kosten kunnen door goede infra- structuur sterk ver- laagd worden.
Instandhouding	Geïntegreerd in ge- bouw	Regulier gebruik verdringt vaak vei- lighheidsfunctie		Goede juridische verankering nood- zakelijk	Onderhoud nodig	Vereist integratie met hulporganisa- tie (BHV)	Geïntegreerd in ge- bouw	Geïntegreerd in ge- bouw
Kennis infrastruc- tuur	Bestaande kennis- infrastructuur af- doende	Bestaande kennis- infrastructuur af- doende		Vereist kundig on- derzoek en in- standhouding	Vereist kundig on- derzoek en in- standhouding	Vereiste andere wijze van commu- nicatie dan gang- baar	Bestaande kennis- infrastructuur af- doende	Grote impuls no- dig, daarna alge- meen toepasbaar

* Bij uitblijven vlamcontact fakkelbrand

Bijlage 2 Leden werkgroep

De leden van de werkgroep 'Vaste Maatregelen'.

- Vincent van der Gun BZK
- Harry Killaars Veiligheidsregio Midden- en West-Brabant
- René Korenromp IenW
- Meghan Kovács IenW
- Marloes Noordermeer IenW, vervangt Meghan Kovács tijdens haar afwezigheid.
- Frank Kriellaars Rijkswaterstaat
- Sjoerd Post DCMR Milieudienst Rijnmond
- Milan van der Terp Veiligheidsregio Noord-Holland Noord
- Jannes Vermeer BZK
- Tom Verputten Gemeente Tilburg
- Daan Schuurbiers De Proeffabriek, sessiebegeleider

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 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

Beneluxweg 125
4904 SJ Oosterhout
Postbus 40
4900 AA Oosterhout

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd 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@antegroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl