

Laboratorium voor Externe Veiligheid:

Handreiking

Bouwen binnen een invloedsgebied

Deel 2: De mogelijkheden van glas als bescherming



In samenwerking met:



Handreiking bouwen binnen een invloedsgebied

Deel 2: De mogelijkheden van glas als beschermingsmiddel

Projectgroep bestaande uit:

Antea Group

ing. S. (Susan) Eggink

ing. J.L.M. (Jeroen) Eskens

Laboratorium Externe Veiligheid

ing. R.T.J. (Ronald) van Miltenburg

ing. M. (Maikel) van der Hulst *BBA*

Contactgegevens:

Laboratorium voor Externe Veiligheid

p/a

ing. R.T.J. (Ronald) van Miltenburg

ronald.vanmiltenburg@brandweergooivecht.nl

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	2
1.1	Historie	2
1.2	Verdere verkenning...	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Vraagstelling, methode en aanpak	3
2.1	Vraagstelling	3
2.2	Methode	3
2.3	Aanpak	3
3	Juridische context	4
3.1	Bouwbesluit 2012	4
3.2	Circulaire opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik	4
3.3	Weerstandseisen tegen effecten van een drukgolf zijn bovenwettelijk	5
3.4	Conclusie: verankeren van bouwkundige maatregelen	6
4	Bestuurlijke en technische afwegingen	7
4.1	Een bestuurlijke keuze	7
4.2	Een technische keuze	7
5	Materiaaleigenschappen glas	10
5.1	Een paradox van kennisgebrek	10
5.2	Specificatie	10
5.3	Aanzet tot een tabel voor glasspecificaties	11
5.4	Glas als onderdeel van een bouwwerk	12
6	Overige thema's	14
6.1	Het kunnen afsluiten van de riolering	14
6.2	Zelfindicatie bescherming toxische stoffen in een gebouw	14
7	Conclusie en aanbevelingen	17
8	Literatuurlijst	19
	Bijlagen	20
	Bijlage 1, Achtergronden bij tabel 1	21

1 Inleiding

1.1 Historie

In januari 2015 heeft Antea Group in opdracht van het Laboratorium Externe Veiligheid de 'Handreiking bouwen binnen een veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied' [3] opgeleverd. Het doel van die handreiking was een praktisch handvat te bieden aan vergunningverleners, adviseurs van de brandweer en toezichthouders van het bevoegd gezag over de wijze waarop gebouwd kan worden binnen veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden. De handreiking is gekoppeld aan het Scenarioboek Externe Veiligheid [1]. Daarnaast sluit de handreiking aan bij de eisen zoals geformuleerd in het Bouwbesluit 2012 [4] en de Regeling Bouwbesluit 2012 [5].

De prestatie-eisen die beschreven zijn in het Bouwbesluit 2012 en de Regeling Bouwbesluit 2012 voor bouwen in veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden zijn alleen voor de effecten van brand en een toxische wolk van toepassing. Er zijn geen prestatie-eisen opgenomen die de effecten van een drukgolf beheersen.

Als we terugkijken op 10 jaar externe veiligheidsbeleid in Nederland, dan moeten we constateren dat de vragen in relatie tot explosies nauwelijks behandeld zijn. Met de IPO catalogus Bouwkundige maatregelen Externe veiligheid (2010) [2] als een voorzichtige uitzondering. In dit document vindt een verdere verkenning van dit thema plaats.

1.2 Verdere verkenning...

De heersende opvatting is dat het bieden van een bouwkundige bescherming tegen explosies complex, niet kosteneffectief en niet juridisch afdwingbaar is. Het Laboratorium Externe Veiligheid heeft Antea Group daarom gevraagd onderzoek te doen naar realistische maatregelen die de bescherming tegen explosies een stap verder kan helpen. Hierbij is de focus gelegd op een van de zwakste schakels: het glas¹.

Met dit onderzoek is een stap voorwaarts gezet op een tot nu toe nog onbekende weg.

Bij deze verkenning is vanuit de glasindustrie intensief geparticipeerd door AGC:

- Joris van der Vleuten
- Peter van Leeuwen



1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de vraagstelling. Hoofdstuk 3 en 4 geven een beknopt overzicht van het wettelijk kader en bestuurlijke afwegingen. Hoofdstuk 5 geeft een eerste kader voor het beoordelen van de toepassingsmogelijkheden van glas. Hoofdstuk 6 beschrijft enkele andere onderdelen die bij het project aan de orde zijn gekomen. Hoofdstuk 7 geeft aanbevelingen en conclusies.

¹ Er is niet gekeken naar de kozijnen en de plaatsing hiervan

2 Vraagstelling, methode en aanpak

2.1 Vraagstelling

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Zijn er realistische bouwkundige maatregelen die een doeltreffende bescherming tegen explosies een stap verder helpen?

De deelvragen daarbij zijn:

- Waar ligt de nuance?
- Wat is realistisch?
- Wat is een maatregel?
- Wat is bescherming?
- Wat is een stap verder?

2.2 Methode

De werkzaamheden zijn voor een deel ingevuld via een desk-studie en voor een deel in de vorm van workshops. Het voordeel van het werken in workshops is dat kennis, informatie vragen en antwoorden direct met de betrokkenen zijn uitgewisseld.

Aan de workshops hebben de volgende deskundigen een bijdrage geleverd:

- Ronald van Miltenburg – Veiligheidsregio Gooi- en Vechtstreek
- Maikel van der Hulst – Veiligheidsregio Flevoland
- Michel Baars – Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond
- Christian Nieuwenhuize – Veiligheidsregio Amsterdam Amstelland
- Petra Molag – Veiligheidsregio Zaanstreek Waterland
- Jan Zegstroom – Gemeente Almere
- Tom Langendijk – Veiligheidsregio Flevoland
- Marijke Besseling – Veiligheidsregio Limburg Noord
- Onno Bekkers – Omgevingsdienst Noord Zee Kanaal Gebied
- Joris van der Vleuten – AGC
- Peter van Leeuwen – AGC
- Jeroen Eskens – Antea Group
- Susan Eggink-Eilander – Antea Group

2.3 Aanpak

Een haalbare aanpak voor dit onderzoek is een simpele aanpak. Een aanpak gericht op het laaghangende fruit.

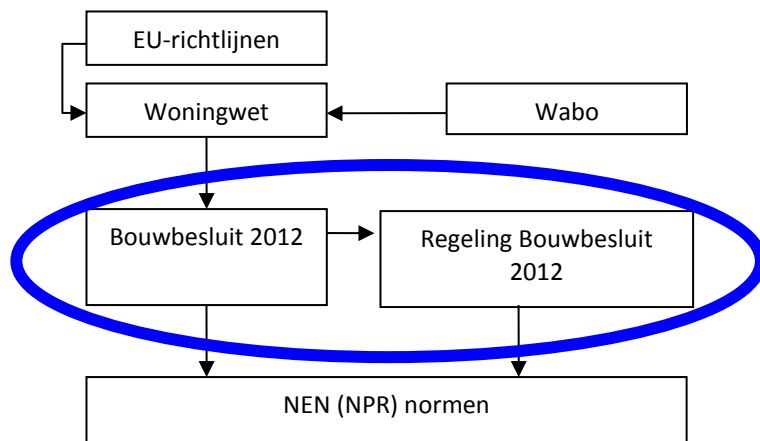
Op explosies afgestemde bouwkundige maatregelen zijn niet verplicht op grond van Bouwbesluit 2012. De drempel om dan toch te kiezen voor een aanvullend beschermingsniveau moet dus laag zijn. Deze keuze kan hierbij bevorderd worden door synergie te zoeken bij andere onderwerpen binnen de bouwpraktijk. Zie ook paragraaf 6.2.

3 Juridische context

De externe veiligheidswetgeving geeft normen voor het risico dat een risicobron (een bedrijf of een transportader) in een omgeving mag veroorzaken. Daarnaast moeten aspecten als het optimaliseren van de zelfredzaamheid en bestrijdbaarheid worden beschouwd via de verantwoordingsplicht van het groepsrisico. Specifiek voor nieuwbouw in plasbrandaandachtsgebieden geeft het Bouwbesluit 2012 prestatie-eisen om daarmee de zelfredzaamheid van personen te vergroten.

3.1 Bouwbesluit 2012

Bouwbesluit 2012 bevat voorschriften voor het uitvoeren van bouwactiviteiten: bouwen, verbouwen, gebruiken en slopen van een bouwwerk. Sinds 1 april 2015 zijn de voorschriften uit afdeling 2.16 van Bouwbesluit 2012 en paragraaf 2.3 van de Regeling bouwbesluit 2012 in werking getreden. In deze afdeling en paragraaf staan de prestatie-eisen waaraan moet worden voldaan wanneer er *nieuw* wordt gebouwd in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied. De voorschriften gelden dus niet voor bestaande bouw en evenmin voor verbouw of tijdelijke



bouw.

In de 'Handreiking bouwen binnen een veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied' die Antea Group in opdracht van het Laboratorium Externe Veiligheid in januari 2015 heeft opgeleverd, is in de vorm van *artikelkaarten* en *verdiepingsmodules* concreet uitgelegd welke prestatie-eisen gelden, wat het beoogde doel van de voorschriften is en wat dit voor de bouwpraktijk betekent.

3.2 Circulaire opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik

Met de komst van de circulaire Van Houwelingen en later de circulaire opslag van ontplofbare stoffen voor civiel gebruik en de Barro², is een zone-indeling gegeven waarin ruimtelijke en

² Besluit algemene regels ruimtelijke ordening, afdeling 2.6.1. Algemene regels militaire objecten en civiele inrichtingen voor activiteiten met explosieven.

bouwkundige beperkingen zijn opgenomen. De veiligheidszones (A, B en C zone) en bijbehorende beperkingen moeten hierbij in bestemmingsplannen worden opgenomen. Binnen deze zones zijn verschillende functies niet toegestaan en gelden in een enkel geval bouwkundige beperkingen.

Zone A

Binnen zone A mogen zich geen bebouwing, openbare wegen, spoorwegen, druk bevaaren waterwegen of parkeerterreinen bevinden.

Zone B

Binnen zone B mogen geen hoofdverkeerswegen worden aangelegd, is geen bebouwing toegelaten waarin zich regelmatig personen bevinden (woonhuizen, winkels, kantoren, industriegebouwen, bijeenkomstgebouwen etc.) en zijn geen recreatieve voorzieningen toegelaten waar zich grote aantallen recreanten bevinden (sportveld, jachthaven, zwembad, kampeerterein etc.) Beperkte dagrecreatie is wel toegestaan.

Zone C

Binnen zone C mogen geen gebouwen worden gebouwd bestemd voor grote aantallen personen met een vlies- of een gordijngelvelconstructie en geen gebouwen met zeer grote glasoppervlakken.



Figuur 3.2a: Bron: De Groot & Visser B.V. Vliesgevels



Figuur 3.2b: Bron: Van Beveren Gordijngelvel

De filosofie van de circulaire kan bruikbaar zijn voor het herzien of invullen van een bestemmingsplan. Gezien het toepassingsgebied van de circulaire voor munitiecomplexen is het onverkort toepassen van het gestelde niet verstandig, omdat een incident met gevaarlijke stoffen meestal andere effecten kent dan een explosie met munitie.

3.3 Weerstandseisen tegen effecten van een drukgolf zijn bovenwettelijk

Weerstand tegen de warmtestraling van een plasbrand en het effect van een toxische wolk zijn in de bouwregelgeving geborgd voor zover het nieuwbouw betreft in een wettelijk aangewezen plasbrandaandachtsgebied³. Echter, bij een incident kan ook sprake zijn van een druk- en of warmtegolf. Om weerstand te kunnen bieden aan deze effecten moeten er twee onderwerpen nader worden geregeld en onderzocht: de juridische en de bouwkundige mogelijkheden.

³ Zie de Regeling basisnet.

De juridische mogelijkheden zijn complex en beperkt. Echter, uit jurisprudentie [*Raad van State. 200901040/1/H1. Datum uitspraak 23 december 2009*] blijkt dat een ontheffingsmogelijkheid in het bestemmingsplan, die specifiek is gebaseerd op externe veiligheid en ruimtelijk relevant is, een basis biedt voor het opleggen van bouwkundige maatregelen die het kader van Bouwbesluit 2012 te buiten gaan.

Het is gangbaar om in een bestemmingsplan eisen op te nemen over de bouwhoogte, goothoogte en bouwafstanden. Het is niet gangbaar om bouwtechnische voorschriften op te nemen, omdat dit het domein is van Bouwbesluit en in een bestemmingsplan geen verplichtingen mogen worden gesteld die vanuit andere, specifieke wetgeving worden geregeld.

Nadere eisen in een ruimtelijk plan

Er zijn situaties waarin ten tijde van het vaststellen van het ruimtelijk plan nog niet valt te overzien hoe een bestemming wordt ingevuld. Daardoor is het nog niet mogelijk om in een eerder stadium maatregelen voor te schrijven. De Wet ruimtelijke ordening biedt het bevoegd gezag de mogelijkheid om nadere eisen te stellen op het moment dat een aanvraag voor een omgevingsvergunning voor de activiteit bouwen ter toetsing voorligt. Wanneer een bevoegd gezag van deze mogelijkheid gebruik wil maken, dan moet dit nadrukkelijk in de planregels zijn toegestaan. Ook moet de reikwijdte van deze nadere eisen in het ruimtelijk besluit zijn weergegeven. Een nadere eis moet nadrukkelijk als ruimtelijk relevant te beschouwen zijn. Een ruimtelijk relevante reden kan hierbij zijn dat een perceel niet in ontwikkeling zou zijn genomen, als de in de nadere eis omschreven criteria geen veilig gebruik van die ruimte kunnen garanderen. De toets tot het opleggen van een nadere eis, en het opleggen hiervan, komt voort uit het ruimtelijk besluit.

3.4 Conclusie: verankeren van bouwkundige maatregelen

Veiligheidsmaatregelen binnen een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied die weerstand bieden tegen de warmtestraling van een plasbrand en de effecten van een toxische wolk zijn in Bouwbesluit 2012 verankerd voor nieuw te bouwen gebouwen in een plasbrandaandachtsgebied.

Bouwkundige veiligheidsmaatregelen:

- bij bestaande gebouwen in een plasbrandaandachtsgebied,
- buiten een plasbrandaandachtsgebied,
- die bescherming bieden tegen de effecten van een druk- of warmtegolf hebben geen solide juridische basis.

Indien sprake is van ruimtelijke relevantie, kan op basis van nadere eisen die specifiek betrekking hebben op externe veiligheid aanvullende bescherming worden afgedwongen⁴. Dit betekent dat de maatregelen die in dit deel van de 'Handreiking bouwen binnen een invloedsgebied' als effectief worden beoordeeld, vooral op basis van overtuiging van de noodzaak van het beschermingsniveau en in wederzijds afstemming overeengekomen moeten worden.

⁴ In de praktijk wordt vanwege juridische onzekerheden niet voor deze mogelijkheid gekozen.

4 Bestuurlijke en technische afwegingen

Het bepalen van het gebied waarin maatregelen gedimensioneerd moeten worden, is zowel een:

- bestuurlijke keuze als een
- technische keuze

4.1 Een bestuurlijke keuze

Het is een **bestuurlijke keuze**, omdat de gemeente (het bevoegd gezag) de afweging moet maken of de bescherming door bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen gewenst is.

Daarbij moet de gemeente ook de strategie bepalen, omdat het beschermingsniveau bovenwettelijk is⁵.

De keuze om door een bewust materiaalgebruik de zelfredzaamheid van personen te verbeteren, komt pas nadat een aantal andere keuzes is gemaakt. In de praktijk zal er ten minste sprake zijn van het volgende:

- Het bouwplan ligt binnen een invloedsgebied, zodat er sprake kan zijn van nadelige gevolgen bij een incident met gevaarlijke stoffen.
- Er wordt voldaan aan de normstelling voor het plaatsgebonden risico.
- Ruimtelijke alternatieven zijn overwogen, er is sprake van een bewuste ruimtelijk keuze voor bouwen op een meer risicovolle situatie.
- De gemeente heeft bij voorkeur een beleid ontwikkeld en bestuurlijk vastgesteld over het vereiste beschermingsniveau van aanvullende bouwkundige en/of installatietechnische maatregelen.

4.2 Een technische keuze

Het is ook een **technische keuze**, omdat een goed bouwkundig ontwerp niet mogelijk is zonder aannames omtrent de incidentafstand en de omgeving waar de ontvanger zich in bevindt. Denk hierbij aan het optreden van drukgolfreflecties via een naastgelegen object of reflecties binnen een loggia.

Op welke incidentafstand⁶ kan een bouwkundige maatregel bij een transportroute gebaseerd worden?

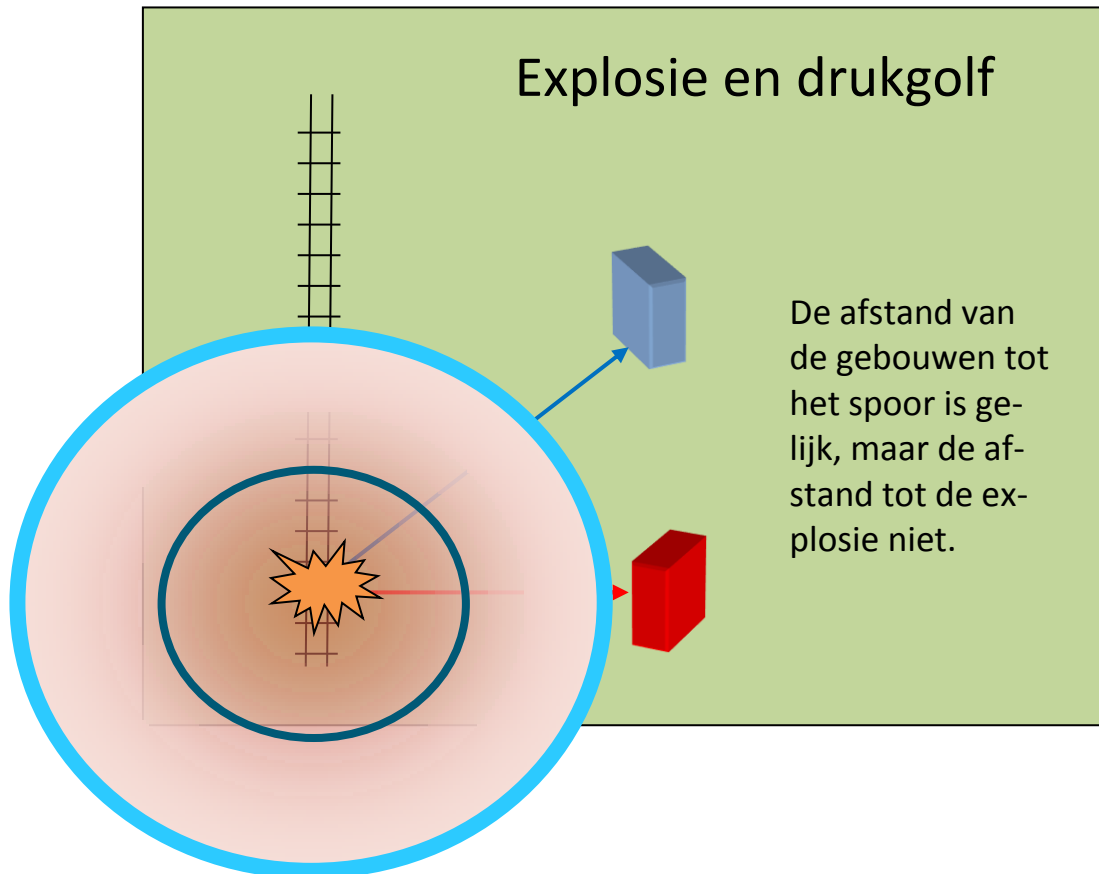
- De kans dat een incident zich direct bij de voordeur voltrekt, is klein.
- De kans dat een incident iets verderop bij het spoor plaatsvindt is klein, maar groter dan direct bij de voordeur -> de kortste afstand heeft de kleinste kans!

Door een incidentafstand als uitgangspunt te nemen, is er een basis voor het dimensioneren van de bouwkundige maatregelen. Maatregelen die op korte afstand niet effectief zijn, kunnen bij een grotere incidentafstand toch effectief zijn.

⁵ Als een gemeente een dergelijke keuze maakt, is het belangrijk dat deze goed en eenduidig beschreven wordt in het gemeentelijke externe veiligheidsbeleid en dat wordt aangegeven hoe deze keuze te operationaliseren is.

⁶ De incidentafstand is de beleidsmatig vastgesteld afstand op basis waarvan bouwkundige maatregelen ontworpen moeten worden.

Figuur 4.2: Gebruik een incident-afstand als uitgangspunt



Denkstappen bij het bepalen van een incidentafstand

Wanneer het gewenst of noodzakelijk is om bouwkundige maatregelen te treffen om mensen te beschermen tegen de effecten van deze incidenten, kunnen de volgende stappen genomen worden:

- Bepaal het incidentscenario.
- Leg vast of er sprake is van een puntbron of een lijnbron (transportas of buisleiding).
- Bepaal de kortste afstand tot de bron.
- Bepaal de kans dat een incident ook op die kortste afstand plaatsvindt.
- Bepaal op welke afstand de maatregelen gedimensioneerd moeten worden.
- Leg uit dat de maatregelen effectief zijn bij een incident dat optreedt buiten een bepaalde afstand. Echter, weeg altijd de kosten⁷ en gebruiksbependingen van het gebouw af tegen de kans dat de maatregelen nut zullen bewijzen.

⁷ Het bevoegd gezag moet een afweging over de kosten maken. Dit maakt deel uit van de verantwoording van het groepsrisico en de acceptatie van het restrisico.

Vraag je dus altijd af: Welke maatregelen zijn

- beschikbaar
- betaalbaar
- op welke afstand toe te passen
- in welke combinatie toe te passen
- mogelijk en effectief
- in te passen in het totaalconcept

Er bestaan bouwkundige, installatietechnische en organisatorische maatregelen. Goede bouwkundige en installatietechnische maatregelen hebben over het algemeen een grotere betrouwbaarheid dan een organisatorische maatregel.

5 Materiaaleigenschappen glas

Zoals in paragraaf 2.3 aangegeven, is gekozen voor een aanpak gericht op het laaghangende fruit en is het glas, als een van de zwakste schakels binnen een gebouw, beschouwd.

5.1 Een paradox van kennisgebrek

Bij een incident met gevaarlijke stoffen is vaak sprake van een combinatie van effecten: drukgolf, warmtestraling, vliegvuil. Voor deze combinatie zijn **geen** testresultaten van de eigenschappen van glas beschikbaar. We weten daarom niet exact hoe glas zich zal gedragen bij deze combinatie en ook niet hoe we de effecten uniform en zo realistisch mogelijk moeten kwantificeren.

Voor de toepassing van glas geldt het klassieke 'kip en ei' verhaal:

- Er wordt (nog) niet gebouwd met maatregelen die bescherming bieden tegen een explosie.
- Daardoor is er geen vraag naar dergelijke producten.
- Producenten gaan daarom niet testen.
- Omdat testresultaten ontbreken, weten we niet welke eigenschappen glas bij een explosie heeft en welke bescherming het biedt.
- Daardoor is het moeilijk om te bepalen of de kosten / baten zich in redelijkheid tot elkaar verhouden.
- Het gevolg is dat de wetgever geen prestatie-eisen oplegt ten aanzien van het bieden van weerstand tegen een drukgolf.
- En dan is de cirkel rond: er is geen wettelijke noodzaak, dus geen vraag.

Door het ontbreken van passende testmethoden en daardoor het ontbreken van harde getallen en certificaten over de prestaties van glas bij een incident met gevaarlijke stoffen, is er voor gekozen om een (kleine) stap voorwaarts te maken en aan te sluiten bij dat wat wél beschikbaar is.

5.2 Specificatie

Of beglazing weerstand kan bieden aan een drukgolf, wordt mede bepaald door het oppervlak, de verankering in het kozijn⁸, de dikte en het soort glas. We onderscheiden de volgende eigenschappen van glas:

- **Brandwerend**
Brand- en hittewerende beglazingen bestaande uit gelaagd glas, samengesteld uit twee of meer lagen blank floatglas en één of meer speciale opschuimende tussenlagen. In geval van brand vormen deze tussenlagen een beschermend schild.
- **Orkaanwerend**
Deze bouwdelen breken niet tijdens een zware storm of een orkaan. Bovendien beperken ze effecten van de orkaan binnen het gebouw.
- **Explosiewerend**
Explosiewerende gelaagde veiligheidsbeglazingen blijven op hun plaats in de sponning na een schokgolf als gevolg van een explosie van buitenaf.
- **Kogelwerend**
Gelaagde veiligheidsbeglazingen zijn kogelwerend. De mate van bescherming hangt af van het aantal en de dikte van de kunststof tussenlagen (polyvinylbutyral) die worden gebruikt bij de assemblage van de gelaagde beglazing.

⁸ Er is niet specifiek naar kozijnen gekeken en naar de plaatsing hiervan in de gevel

De volgende scenario's kunnen optreden bij een incident met gevaarlijke stoffen:

- Fakkelfbrand;
- Druk golf;
- Plasbrand (warmtestraling);
- Een combinatie van warmtestraling gevolgd door druk golf;
- Een combinatie van warmtestraling gevolgd door druk golf en vliegvuil.

5.3 Aanzet tot een tabel voor glasspecificaties

Een combinatie van deze eigenschappen en scenario's levert de volgende *aanzet* voor de tabel.

Tabel 5.1: Richtinggevende eisen

Scenario	Belasting	Randvoorwaarde	Eis bijvoorbeeld	Norm	Type glas
Fakkelfbrand	Straling	Duur brand > 60 min	EW60 Brandwerendheid van 60 minuten op de criteria afdichting en warmtestraling	NEN-EN1364-1 Koolwaterstofkromme Zie bijlage 1	Niet getest
Druk golf	Druk/seconden	Vrij tot aan explosie (geen barrières)	ER1-S: 50 kN/m ² 370 kN/m ² .ms >> 20 ms Explosiewerendheid van de laagste klasse – splinterend.	NEN-EN 13541	Speciaal gelaagd glas
Warmtestraling	Straling	Kortdurend, grote afstand	EW60 Brandwerendheid van 60 minuten op de criteria afdichting en warmtestraling	NEN 6069 / NEN-EN 1364-1 Buitenbrandkromme	Alle brandwerend glas soorten
Warmtestraling / druk golf	Straling / druk	Eerst warmtestraling kort, dan druk lang	EW60 / ER1-S Brandwerendheid van 60 minuten op de criteria afdichting en warmtestraling Explosiewerendheid van de laagste klasse – splinterend.	Opeenvolgend: NEN 6069 NEN-EN 13541	Niet getest
Warmtestraling / druk golf / vliegvuil	Straling / druk / puntlasten	Eerst warmtestraling kort, dan druk lang, dan vliegvuil	EW60 / ER1-S / A Brandwerendheid van 60 minuten op de criteria afdichting en warmtestraling Explosiewerendheid van de laagste klasse – splinterend.	Opeenvolgend: NEN 6069 NEN-EN 13541 ASTM E 1996-9	Niet getest

NEN-EN 1364-1:2015 en - Bepaling van de brandwerendheid van niet-dragende bouwdelen - Deel 1: Wanden
 NEN-EN 13541:2012 en - Glas voor gebouwen - Veiligheidsglas - Beproeving en classificatie van de weerstand tegen ontploffingsdruk
 NEN 6069:2011 nl - Beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwdelen en bouwproducten
 ASTM E 1996-14a - Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Impact Protective Systems Impacted by Windborne Debris in Hurricanes.

Bij een incident met gevaarlijke stoffen is er vaak sprake van een combinatie van effecten: drukgolf, warmtestraling, vliegvuil (bijvoorbeeld grind dat is weggeblazen van een plat dak). Al deze mogelijkheden zijn niet in één model te vatten. Dit maakt het erg moeilijk om zonder praktijktesten een betrouwbaar antwoord te geven op de vraag wat de werkelijke kwaliteit en prestaties zijn van glas.

De *maatregelen* en *richtinggevende waarden* zijn bedoeld om mensen te beschermen. Schadebeperking aan het gebouw en de inventaris is van ondergeschikt belang. Bovendien is de bescherming van mensen gericht op het vergroten van de mate van zelfredzaamheid. In de tabel is aangegeven dat splinterend glas in beginsel als richtinggevende waarde is aangeduid. Daarbij moeten we de nuancering maken dat ook splinterend glas dodelijk kan zijn. Vooral binnen de zone van 2 meter vanaf het glas zijn de risico's voor personen het grootst.

De in de tabel genoemde waarden geven een denkrichting. Omdat de combinatie van eigenschappen van het glas nog niet getest is, is het moeilijk om deze denkrichtingen als harde prestatie-eis neer te leggen. Wanneer de waarden als prestatie-eis worden opgelegd, ontstaat er namelijk in de bouwpraktijk een moeilijkheid bij het vinden van de juiste materialen. Immers, de glasproducenten hebben de combinatietesten niet uitgevoerd.

De waarden in de tabel moeten dus gebruikt worden als een denkrichting. Aan de hand hiervan kan een prestatie-verwachting worden uitgesproken waarmee bouwers, toetsers, leveranciers en andere betrokkenen in ieder geval dezelfde taal spreken via de beschikbare normen, materiaaleigenschappen en grootheden.

Externe veiligheidsaspecten zijn geen beoordelingscriterium bij het toekennen van een KOMO-keur, Keurmerk Veilig Wonen of het verkrijgen van andere (verplichte) certificaten bij materialen. Vanuit Externe Veiligheid is wel bekeken of er aansluiting gezocht kan worden bij de diverse toepassingsgebieden.

Ook zijn er geen toegespitste beoordelingsmethoden en rekenmethodieken. De keuze moet dan ook zijn dat de criteria die binnen het project gebruikt gaan worden enkel de status van project-criteria hebben.

5.4 Glas als onderdeel van een bouwwerk

Glas is één van de zwakste schakels van een bouwwerk wanneer het wordt blootgesteld aan de effecten van een incident met gevaarlijke stoffen. Indien door aanvullend onderzoek een glas-toepassing wordt gevonden die een hoger beschermingsniveau biedt dan de gebruikelijke glas-toepassingen, moeten we ons realiseren dat glas dan mogelijk niet meer de zwakste schakel is.

Dat betekent dat vervolgens onderzocht moet worden hoe de krachten:

- die op het glas komen worden overgebracht op het kozijn.
- die op het kozijn komen, worden overgebracht op het binnen en buitenblad van de gevel.
- wat de weerstand is die de gevel zelf kan bieden.
- hoe de hoofdconstructie die extra belasting van de gevel kan opvangen.

Ook kan nader onderzoek gedaan worden naar de meest ideale vorm van de kapconstructie in het kader van weerstand tegen explosies. De vertaling van een dergelijk onderzoek naar nok-

hoogtes, goothoogtes en de richting van kap ten opzichte van bijvoorbeeld de Basisnetroute kan een basis vormen voor het bestemmingsplan. Hierin kan worden vastgelegd voor welke gebieden de specifieke eisen van toepassing zijn.

6 Overige thema's

Naast de beschermingsmogelijkheden van glas, is tijdens het project kort een tweetal andere beschermingsmogelijkheden beschouwd.

6.1 Het kunnen afsluiten van de riolering

De nieuwbouw van woningen omvat ook het aanleggen van een rioolstelsel. Recente incidenten hebben geleerd dat het riool voor sommige gevaarlijke stoffen een verborgen toegang tot bijvoorbeeld een woning kan vormen. Er moet bij een ontwerp van een riolering nagedacht worden over het kunnen afsluiten van de toegang van de riolering. We spreken hier nadrukkelijk over 'kunnen afsluiten', omdat de rioolfunctie natuurlijk niet belemmerd mag worden.

Als maatregel noemen we het opstellen van 'Incidentplannen riolering' waarin de organisatorische acties die elke gemeente bij een incident oppakt, in een plan worden vastgelegd. Daarin kunnen maatregelen beschreven worden ter voorkoming, dan wel het zoveel mogelijk beperken van verspreiding van gevaarlijke stoffen in de omgeving, het riool en het openwater. Dit voorkomt/beperkt ook milieuvuiling en de kosten van een riool- en bodemsanering.

Door de oppervlakteverharding direct nabij een spoorlijn juist niet op afschot naar een riolering te leggen, maar op afschot richting de spoorloot kan, indien deze sloot tijdig wordt afgesloten, verspreiding gevaarlijke stoffen in de omgeving en het oppervlaktewater voorkomen.

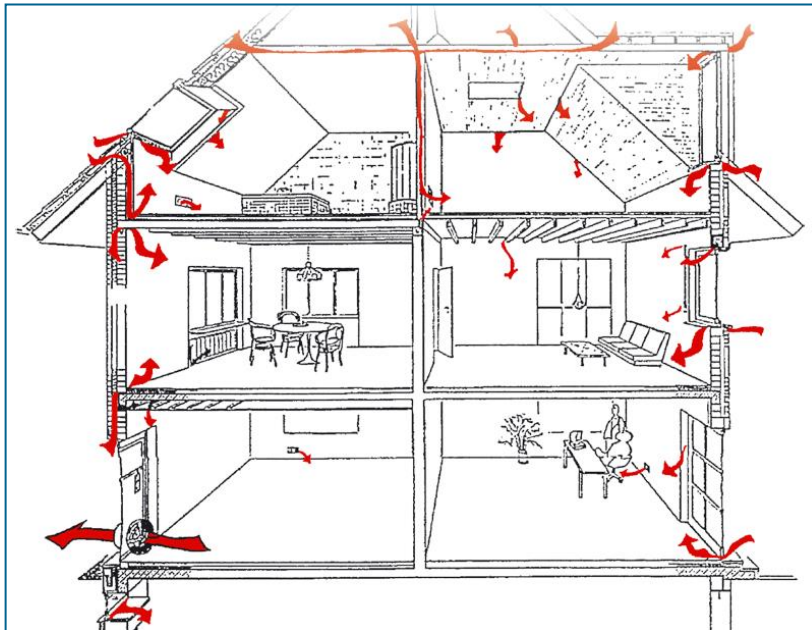
6.2 Luchtdoorlatendheid gevel versus bescherming tegen toxische stoffen in een gebouw

De mate waarin gebouwen bescherming bieden tegen het indringen van giftige stoffen verschilt sterk. De oorzaken hiervan zijn divers: het soort bouwwerk, het bouwjaar, de toegepaste ventilatiesystemen, de aanwezigheid van een 'open haard' enz. Van de burger wordt enerzijds verwacht dat hij bij een incident met gevaarlijke stoffen het juiste handelingsperspectief voor ogen houdt: ramen en deuren sluiten en ventilatietoever dichtzetten. Maar, anderzijds heeft de burger geen idee hoelang die bescherming effectief is. Dit is ook een complexe vraag en afhankelijk van meerdere variabelen.

Een eerste indicatie is de luchtdoorlatendheid. Voor gerealiseerde gebouwen kan de feitelijke luchtdoorlatendheid door meting op basis van NEN 2686 worden bepaald. Dit noemen we de $q_{v,10}$ waarde.

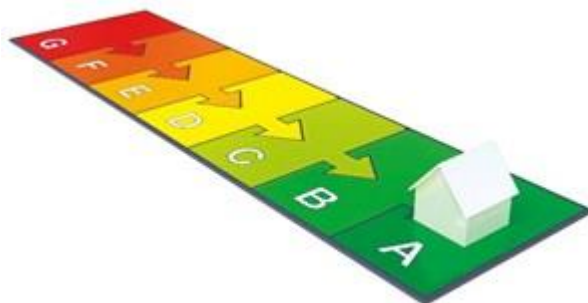
Wanneer gebouwen onder een kwaliteitsborgingsprocedure worden gebouwd en binnen die procedure de specifieke luchtdoorlatendheid, $q_{v10;spec}$, van het gebouw is vastgelegd of wordt gecontroleerd, kan voor nieuw te bouwen projecten die waarde worden gebruikt.

Ter bescherming tegen toxische stoffen wordt soms gesproken van luchtdicht bouwen. Op grond van het Bouwbesluit moet echter altijd een minimum aan ventilatie in een gebouw plaatsvinden. Deze minimum ventilatie vindt niet alleen plaats via bewust ontworpen ventilatiemogelijkheden, maar ook bijvoorbeeld via kieren in ramen, deuren, gevels, dakaansluitingen. Dit betekent dat ook wanneer bij een dreiging van een toxische wolk de mechanische ventilatie centraal wordt afgezet, deze stof het gebouw kan binnendringen. Wel wordt door het afzetten van de mechanische ventilatie de toetredingsnelheid vertraagd. Relevant is dat de toetredingsnelheid niet alleen afhankelijk is van de kieren enz. maar ook van de windsnelheid buiten het gebouw.



Bron: www.thermodicht.nl

Een beoordeling in welke mate een woning luchtdicht is, kan worden verkregen via het energielabel. Het energielabel voor woningen geeft met de klassen A (groen, zeer zuinig) tot en met G (rood, zeer onzuinig) aan hoe energiezuinig een huis is in vergelijking met soortgelijke huizen. Een energiezuinig huis heeft bijvoorbeeld goede isolatie, dubbel glas, energiezuinige verwarming en zonnepanelen. Het energielabel is een document waarin deze kenmerken zijn beschreven.



Een energiezuinig huis zal naast een goede isolatie in veel gevallen ook een goede luchtdichtheid hebben. Hoe luchtdichter een huis is, hoe langer de bewoners beschermd zijn tegen toxische stoffen van buiten. Echter, een hoge score op het energielabel (klasse A of B) is niet per definitie een luchtdicht huis. Door middel van het aanbrengen van installaties zoals energiezuinige verwarming en zonnepanelen kan een woning met een bouwkundig zwakke schil toch een hoge klasse energielabel scoren. Een energielabel kan dus een eerste indicatie geven, maar het is niet mogelijk om een universele conclusie te trekken dat klasse A of B woningen per definitie een bepaalde tijd bescherming bieden tegen toxische stoffen van buitenaf.

7 Conclusie en aanbevelingen

De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Zijn er realistische bouwkundige maatregelen die een doeltreffende bescherming tegen explosies een stap verder helpen?

Het ongenueanceerde antwoord op deze vraag is: Nee, er zijn op dit moment geen realistische maatregelen die een doeltreffende bescherming tegen explosies een stap verder helpen. Voor het onderhavige onderzoek hebben wij dit nader onderzocht voor een zwakke schakel in een gebouw: het glas. Er zijn diverse argumenten die dit antwoord onderbouwen:

- Er zijn met betrekking tot glas geen combinatie testen uitgevoerd met warmtestraling en drukgolf. Daardoor weten we niet welke samenstelling van glaslagen weerstand kan bieden tegen zowel warmtestraling als een drukgolf (Bleve).
- Het afwegen en het bepalen van de afstand van het incident tot het te beschermen gebouw is een beslissing van het lokale bevoegd gezag. Wanneer het incident recht voor de deur van het gebouw plaatsvindt, zal geen enkele materiaal weerstand kunnen bieden tegen een drukgolf. Maar, vanaf welke afstand zijn voorzieningen interessant in het kader van veiligheidswinst en wat is acceptabel? Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen puntbronnen en transportassen.

Het ongenueanceerde antwoord moet echter in een context worden geplaatst. Het kunnen toepassen van bouwkundige maatregelen mag immers nooit de eerste denkstap zijn bij een beoordeling of nabij een risicobron gebouwd kan worden.

De eerste stap moet een ruimtelijke beoordeling zijn: is het wel verstandig om daar te bouwen?

Het antwoord op deze vraag wordt in eerste instantie bepaald door wettelijke kaders. Volgt uit de toetsing aan de wetgeving dat het bouwen is toegestaan, dan is de volgende vraag aan de orde: Past het bouwvoornemen in het gemeentelijk externe veiligheidsbeleid? Is het nemen van een ruimtelijk besluit dat bouwen op die locatie toestaat verstandig?

Om deze laatste vraag goed te beantwoorden is een nadere beschouwing van de risicobron nodig, van de mogelijkheden tot zelfredzaamheid in dat gebied en bestrijdbaarheidsmogelijkheden van de hulpdiensten. Bij het beantwoorden van deze laatste vraag kunnen bouwkundige maatregelen mogelijk extra veiligheid bieden. Indien uit het gemeentelijk beleid volgt dat deze extra veiligheid gewenst is, is het aanbevelenswaardig dat zowel de gemeente als de initiatiefnemer onderzoek verrichten hoe deze aanvullende veiligheid het best gecreëerd kan worden.

Het toepassen van bouwkundige maatregelen bij het bouwen binnen plasbrandaandachtsgebieden is een, in de wetgeving vastgelegd, voorbeeld van het creëren van aanvullende bescherming tegen plasbrand en toxische stoffen. Een aanvullende bescherming tegen explosies is niet in de wet vastgelegd en zal, indien deze aanvullende bescherming gewenst is, eerst gezocht moeten worden in de samenwerking tussen de overheid, de initiatiefnemer en kennispartijen om de locatiespecifieke kaders vast te stellen.

Uit de samenwerking met de werkgroep is gebleken dat de kracht zit in de verbinding van de verschillende expertises: toepassing in de bouw, externe veiligheid, gedrag van materialen, eigenschappen van brand en explosies etc.

Deze werkgroep is in het kader van deze handreiking twee keer bij elkaar geweest. Het overdragen van kennis en informatie vanuit de verschillende expertises zal bij een eventueel vervolg van de werkgroep (met wellicht een kleine aanvulling in de samenstelling) een vervolg kunnen krijgen.

Door de verbinding in stand te houden kan in gezamenlijkheid een volgende stap voorwaarts gezet worden. De betrokkenheid van een glasproducent (zoals AGC) in een dergelijke werkgroep is essentieel voor de kennis over de materiaal specifieke eigenschappen van glas.

8 Literatuurlijst

1. Scenarioboek Externe Veiligheid – Laboratorium Externe Veiligheid
2. Bouwkundige maatregelen externe veiligheid – Een eerste aanzet voor een catalogus SBR - IPO / Oranjewoud januari 2010
3. Handreiking bouwen in veiligheidszones en en plasbrandaandachtsgebieden Laboratorium Externe Veiligheid / Antea Group januari 2015
4. Bouwbesluit 2012
5. Regeling Bouwbesluit 2012
6. Staatsblad 2014-4057
7. NEN-EN 1364-1:2015 en - Bepaling van de brandwerendheid van niet-dragende bouwdelen - Deel 1: Wanden
8. NEN-EN 13541:2012 en - Glas voor gebouwen - Veiligheidsglas - Beproeving en classificatie van de weerstand tegen ontploffingsdruk
9. NEN 6069:2011 nl - Beproeving en klassering van de brandwerendheid van bouwdelen en bouwproducten
10. ASTM E 1996-14a - Standard Specification for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors, and Impact Protective Systems Impacted by Windborne Debris in Hurricanes
11. Circulaire van Van Houwelingen - Circulaire opslag ontplofbare stoffen voor civiel gebruik

Bijlagen

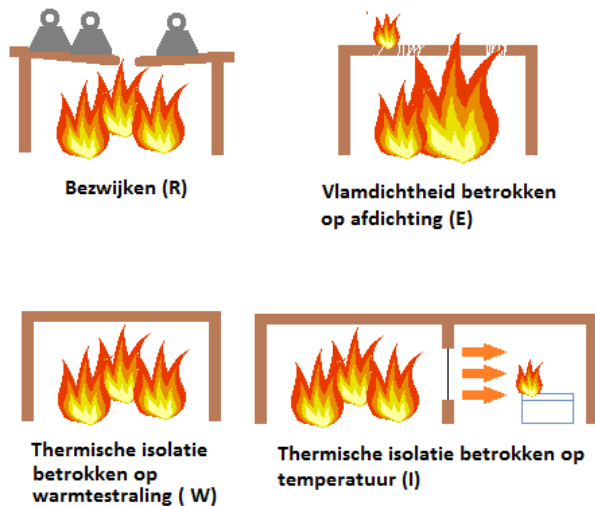
Bijlage 1, Achtergronden bij tabel 1

NEN 6069

De uitwendige scheidingsconstructie van het bouwwerk moet voldoen aan de beoordelingscriteria voor de brandwerendheid die volgen uit de NEN 6069. Deze norm kent vier beoordelingscriteria:

1. Bezijken (R)
2. Vlamdichtheid betrokken of afdichtingen (E)
3. Thermische isolatie betrokken op warmtestraling (W)
4. Thermische isolatie betrokken op temperatuur (I)

Deze beoordelingscriteria gelden niet allemaal voor alle bouwdelen. In tabel 2A.1-2 (bron: NEN 6069) is aangegeven welke criteria er gelden voor een bouwdeel.



NEN 6069:2011 — Beoordelingscriteria per bouwdeel

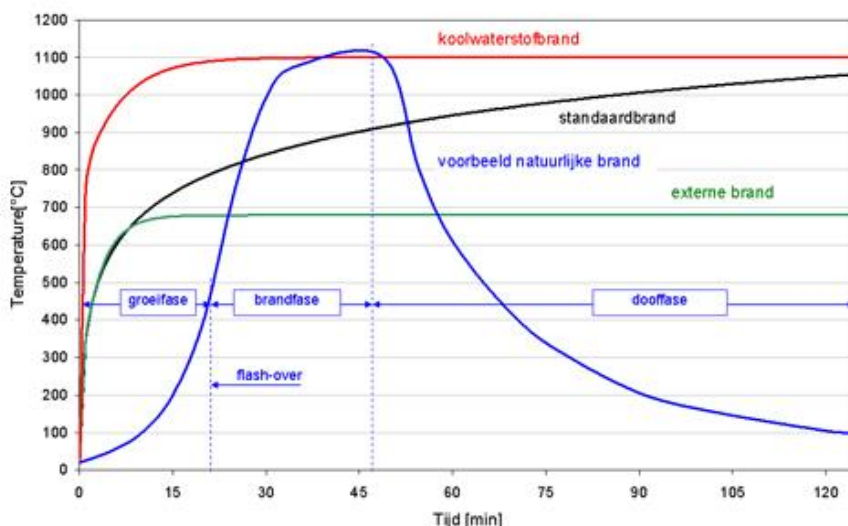
Bouwdeel	criteria
a Binnenwanden rondom brandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d	
a.1 Wanden rondom brandcompartimenten met uitzondering van a.2, a.3 en a.4.	(R)EI
a.2 Wanden tussen een brandcompartiment en een extra beschermde vluchtroute met uitzondering van a.5. Zie figuur 1.	(R)EW
a.3 Wanden tussen een brandcompartiment en een brandvrije verkeersroute (zie 3.2) met uitzondering van a.4 en a.5. Zie figuren 2 en 3.	(R)EW
a.4 Wanden die een overgang vormen tussen a.1 en a.3 over een lengte van ten minste 4 m. Zie figuren 2 en 3.	(R)EI
a.5 Wanden rondom PGS-ruimten.	(R)EI
b Bouwdelen rondom beschermde subbrandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d	(R)EW
c Bouwdelen tussen een subbrandcompartiment en een andere besloten ruimte in hetzelfde brandcompartiment	(R)E
d Veilig vluchten	

Bouwdeel	criteria	
<p>De eisen voor veilig vluchten zijn aanvullende eisen en gelden alleen indien de criteria aan de wand op grond van andere eisen EW zijn. Indien de criteria EI zijn, gelden de aanvullende eisen in d.1 en d.2 niet.</p> <p>Indien tussen de ruimte waaruit wordt gevluht en het trappenhuis een sluis aanwezig is, gelden deze eisen niet voor de scheidingsconstructie tussen de sluis en het trappenhuis.</p> <p>OPMERKING 1</p> <p>De combinatie van de criteria in a of b en d (EW 60 + EI 15 of EW 30 + EI 15) is voldoende veilig indien mensen de ruimte niet meer dan 30 min hoeven te kunnen gebruiken.</p> <p>OPMERKING 2</p> <p>De tijd die een ruimte wordt gebruikt op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit kan worden bepaald volgens NEN 6089 of volgens de bouwregelgeving.</p> <p>OPMERKING 3</p> <p>Deze aanvullende eisen gelden niet voor de deurconstructie, behalve de glaspanelen in de zijlichten.</p>		
d.1	Scheidingsconstructie rondom een ruimte waar mensen meer dan 3,5 min moeten kunnen wachten op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit, met uitzondering van vluchttrappenhuisen. Dit criterium geldt naar de vluchtroute, voor maximaal 15 min (EI 15).	(R)EI 15
d.2	Scheidingsconstructie rondom een ruimte waardoor mensen meer dan 6 min moeten kunnen vluchten op grond van de opvang- en doorstroomcapaciteit. Dit criterium geldt naar de vluchtroute, voor maximaal 15 min (EI 15).	(R)EI 15
e	<p>Bouwdelen tussen of in verkeersroutes met uitzondering van f</p> <p>OPMERKING</p> <p>Voor deze bouwdelen zijn nog geen criteria aangegeven. Deze worden bepaald in NEN 6069/A1 (in ontwikkeling).</p>	
e.1	Bouwdelen tussen onafhankelijke, al dan niet beschermde, vluchtroutes met uitzondering van e.2.	
e.2	Bouwdelen tussen onafhankelijke brandvrije verkeersroutes.	
e.3	Bouwdelen in (extra) beschermde vluchtroutes in de vluchtrichting.	(R)E
f	<p>Afschottingen</p> <p>Deel van de scheidingsconstructie boven het plafond of onder een verhoogde vloer, inclusief eventuele doorvoeringen.</p> <p>OPMERKING</p> <p>Boven een verlaagd plafond en onder een verhoogde vloer kan zich stof verzamelen zodat stofexplosies mogelijk zijn.</p>	(R)EI
g	Doorvoeringen, naden, schachtwanden en schachtvloeren	EI
h	<p>Buitenwanden</p> <p>OPMERKING</p> <p>Voor buitenwanden zijn nog geen criteria aangegeven. Deze worden in een later stadium bepaald. Tot het zover is, is bijlage A van toepassing.</p>	
i	Deurconstructies met uitzondering van c, e, f en j	

Bouwdeel		criteria
i.1	Deurconstructies met uitzondering van i.2 en i.3	EW
i.2	Deurconstructies van PGS-ruimten en ruimten mede voor de opslag van brandgevaarlijke stoffen en stoffen die bij brand gevaar opleveren, in een wand met criteria (R)EI .	EI ₁
i.3	Deurconstructies met een breedte groter dan 6 m., in een wand met criteria (R)EI .	EI ₂
j	Glaspanelen in zijlichten met uitzondering van c, e en f, aan te vullen met d	
j.1	Glaspanelen in zijlichten met een maximale breedte van 1,5 m, in een wand met criteria (R)EI .	EW +EI ₂ 15
j.2	Glaspanelen in zijlichten met een maximale breedte van 1,5 m, in een wand met criteria (R)EW .	EW
j.3	Het deel van het zijlicht dat breder is dan 1,5 m per zijde moet worden beoordeeld als binnenwand als onder a of b.	
k	Luiken met uitzondering van c en f, aan te vullen met d	
k.1	Luiken met uitzondering van k.2.	EW
k.2	Schachtluiken en vloerluiken.	EI ₂
l	Rookafvoerkanalen en rookleppen in RWA-installaties	
l.1	Bij indirecte afvoer ('multi compartment duct' volgens 3.5 van NEN-EN 13501-4)	EI
l.2	Bij directe afvoer ('single compartment duct' volgens 3.4 van NEN-EN 13501-4)	E ₆₀₀
m	Vloeren met uitzondering van b en c	REI
n	Daken OPMERKING Voor daken is een klassering warmtestraling (W) niet mogelijk. Daarom zijn voor daken de criteria RE van toepassing.	RE

NEN-EN 13501-2

De brandkromme waaraan de bouwconstructies in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied moeten worden blootgesteld om weerstand te kunnen bieden tegen het scenario fakkelbrand, is de koolwaterstofbrandkromme.



NEN-EN 13541

Gelaagd veiligheidsglas biedt bescherming van personen tegen explosies. Het glas is getest en gecertificeerd conform EN 13541. De uitkomst van de test is een klasse ER1-S tot ER4-NS al naar-

gelang het niveau van de explosie. S en NS staat respectievelijk voor 'met splinterafgifte' en 'zonder splinterafgifte'.

EN 13541 geeft een testmethode voor glas dat blootgesteld wordt aan een drukgolf. Vragen bij de toepassing hiervan zijn:

- Hoe vertaal je de eisen naar de drukgolf ?
- Uit een test van AGC bleek dat klasse ER1 bijna werd gehaald met Stratobel 4/1,52 mm PVB/4
- Wat doet standaard letselveilig glas?
- Wat doet normaal glas?

EN 1634-1

EN1634-1 geeft een testmethode voor glas dat blootgesteld wordt aan brand. Vragen bij de toepassing ervan zijn:

- Is alleen het criterium EW (afdichting en warmtestraling) voldoende of zou dit EI (afdichting en temperatuur) moeten zijn?
- Wat is de relatie met de drukgolf?

Brandwerend glas is doorgaans gehard glas met een coating of ongehard glas met een gel. Brandwerend glas is bros. Dit betekent dat het bezwijkt bij een drukgolf. Het gevolg hiervan is dat een bescherming tegen zowel drukgolf als brand moeilijk is. Bovendien is de kwaliteit van een raam niet alleen afhankelijk van het glas, maar ook van het kozijn, de plaatsing in het kozen en de bevestiging en de rest van de gevel.

Vliegvuil

- Glas is slecht bestand tegen harde impact.
- PVB folie kan wel veel tegenhouden.
- Mogelijkheden andere folies?

Toxische gassen

- AGC heeft met de gangbare merken brandwerende roosters getest op brandwerend glas
- Maar als er alleen een drukgolf komt?
- Mechanische ventilatie uit laten schakelen?

