
Explosiegevaar vereist scherfvrij glas

Explosieveiligheid van de gevel is steeds vaker een aandachtspunt in projecten. Dat heeft niets te maken met de toenemende dreiging van vuurwerkbommen, maar met een relatief nieuwe eis in de bouwregelgeving. Deze beschermt tegen de kans op letsel door incidenten langs transportroutes en bij risicovolle bedrijven. Ramen moeten daarvoor worden voorzien van 'scherfvrij glas', maar daar is nog geen wettelijke bepalingsmethode voor.

Tekst: Esther Heblj (senior adviseur DGMR)



Tijdens het overladen van een tankwagen ontstond een explosie met ruim 40 gewonden. De explosie had plaats in Rome in juli 2025.

Het produceren en vervoeren van gevaarlijke stoffen is niet zonder risico. Hoewel er veel aan gedaan wordt risico's minimaal te houden, blijft er een kans op incidenten waarbij een opslagtank of ketelwagen ontploft. Een reëel scenario is bijvoorbeeld een warme BLEVE (Boiling Liquid Expanding Capor Explosion): een explosie van een gas-tank door een brand. Door de brand loopt de druk in de ketel hoog op en kan de tank scheuren. Het vrijkomende gas veroorzaakt een enorme drukgolf en een vuurbal. De druk op de ruiten kan op 50 meter van de weg ruim 25 keer de waarde zijn van de windbelasting waar de ruit op berekend is. Veel standaard ruiten zullen sneuvelen en de scherven

komen met hoge snelheid de vertrekken in, waar ze slachtoffers kunnen maken.

In juli 2025 vond er zo'n warme BLEVE-explosie plaats in Rome. Tijdens het overladen van een tankwagen met lpg ontstond een explosie met ruim veertig gewonden. Door de kracht van de explosie vloog het dak van het tankstation en kwam het 300 meter verder neer. Bovendien sneuvelen tientallen ramen van omliggende panden.

REGELGEVING EXPLOSIES

Bij de invoering van de Omgevingswet zijn voorschriften opgenomen die burgers beter beschermen tegen de gevolgen van een explosie. De regels gelden alleen voor nieuwe gebouwen met uitzondering van lichte industrie. In het Besluit Bouwwerken Leefomgeving staan de volgende artikelen:

Artikel 4.90 Besluit bouwwerken leefomgeving
Een bouwwerk [...] in een explosievoorschriftengebied is zodanig dat de gevolgen voor personen van het aan het voorschriftengebied verbonden risico op [...] explosie worden beperkt.

Artikel 4.96 Besluit bouwwerken leefomgeving
In een explosievoorschriftengebied gelegen beglazing is zodanig dat bij een explosie letsel door scherfwerking wordt voorkomen.

Wanneer een bouwwerk in een explosievoorschriftengebied ligt, is uitgewerkt in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving. Voor ontwerpers en bouwers is het vooral van belang te weten of een gebied in het Omgevingsplan is aangewezen als een explosievoorschriftengebied. In de praktijk komt het ook voor dat een gemeente een reactief beleid voert en de explosievoorschriftengebieden nog niet in het Omgevingsplan heeft aangewezen. Bij een ruimtelijke procedure wordt het gebied dan ad hoc aangewezen tot een explosievoorschriftengebied.



(Foto: ANP)

Hoe bepaal je in zo'n gebied vervolgens of de gekozen beglazing letsel door scherfwerking voorkomt? In het Bbl is geen bepalingsmethode voorgeschreven. Dit leidt tot onzekerheid bij projectontwikkelaars, aannemers en opdrachtgevers. Dat is zeer begrijpelijk, want de wijze van invulling van de eis verschilt per gemeente. We hebben inmiddels in onze projecten al vijftien verschillende interpretaties geteld over de invulling van de eis. In een aantal gevallen komt dit door onbekendheid met het onderwerp. Soms ligt er een bewuste afweging aan ten grondslag waarin gezocht is

Het glas mag dus wel breken als de glassplinters maar direct achter het raam neervallen

naar optimalisatie tussen de haalbaarheid van het project en het reduceren van veel (maar mogelijk niet alle) slachtoffers, bij de zeer kleine kans dat een dergelijk ongeval optreedt op die locatie. Afstemming met bevoegd gezag over de wijze van toetsing is daarom zeer aan te raden voor een soepel proces.

WANNEER IS GLAS SCHERFVRIJ?

Er is dus geen wettelijk voorgeschreven beoordelingsmethode om te bepalen of het glas bij een explosie voldoet. Wel is het doel duidelijk. De bedoeling van het voorschrift is het voorkomen van letsel door scherfwerking. Dit betekent dat de glasscherven niet met hoge snelheid naar binnen mogen vliegen. Het glas mag dus wel breken, zolang de glassplinters maar direct achter het raam

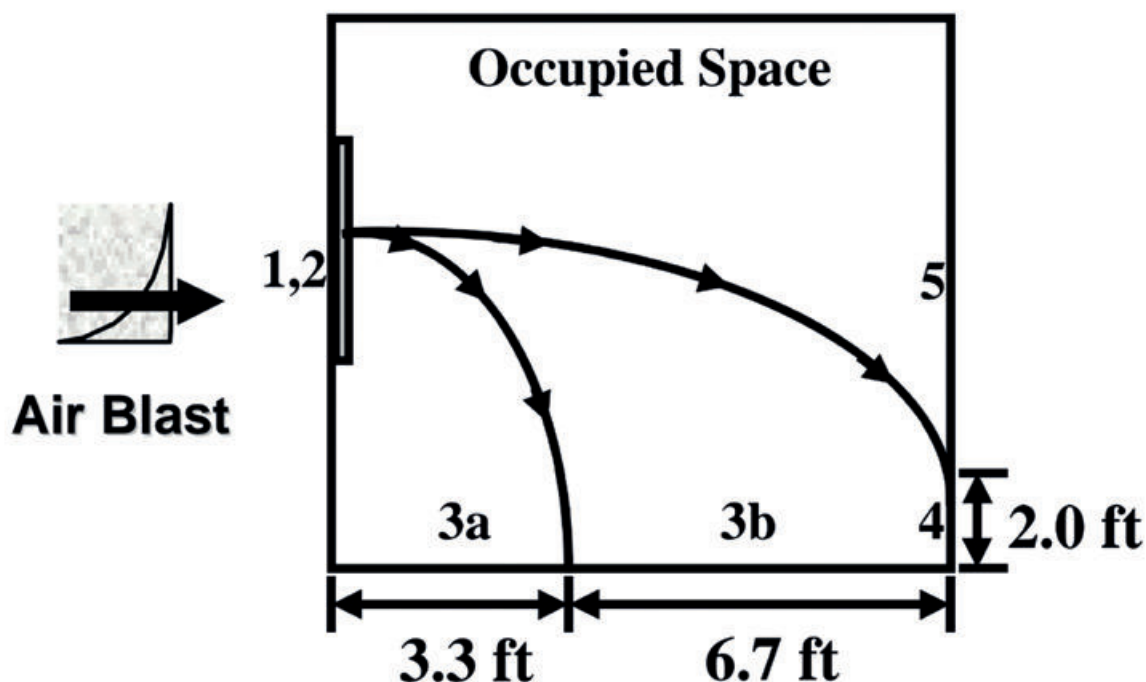
neervallen. Dat kan immers geen kwaad. Deze interpretatie sluit het beste aan bij de beoordelingsmethode GSA-TS01-2003 zoals is ontwikkeld door de U.S. GSA (General Service Administration) en de ICS (Interagency Security Committee) van het U.D. Department of Homeland Security. Om de kans op letsel klein te houden is een klasse 1, 2 of 3a voldoende.

Op basis van deze interpretatie kunnen we software gebruiken die gevalideerd is op grond van explosietesten en eindige elementenberekeningen. Deze methode van Wingard PE maakt gebruik van de aanwezige afmetingen en vervormingscapaciteit van het glas in het gebouw, de volledige opbouw van binnen- en buitenruit en de wijze van inklemming in de kozijnsponning. En, heel belangrijk, het feit dat glas bij een heel kortdurende drukgolf van enkele milliseconden beduidend meer belasting aankan dan wanneer je dit statisch berekent volgens de in NEN 2608 omschreven methode voor vlakglas.

De Wingard PE methode biedt ook grote voordelen ten opzichte van een gecertificeerde explosiewerende beglazing volgens de privaatrechtelijke norm NEN-EN 13541 (Beproeving en classificatie weerstand tegen ontploffingsdruk), waarbij een beglazing van een vierkante meter in een stalen frame wordt getest. Deze testmethode staat ver af van de toepassing in de praktijk waardoor een onder- of overdimensionering op de loer ligt.

INVLOED VAN KOZIJN OF PUI

Het voorschrift uit het Bbl zegt niets over het kozijn waarin de beglazing is opgenomen of de gevel waarin het kozijn wordt geplaatst. Wanneer het kozijn het glas niet kan vasthouden of de gevel het kozijn niet, vliegt het glas en/of het kozijn met glas in zijn geheel naar binnen en is er nog steeds kans op zeer ernstig letsel. Dit betekent dat de scherfwerking ook op het kozijn van toepassing moet zijn en op de gevel die het kozijn draagt.



De plaats waar glasscherven terechtkomen na een explosie bepaalt de kans op letsel. (Bron: GSA-TS01-2003)

Een kozijn of een gevel met stijl- en regelwerk is een complex product met glaslatten, kit, verbindingen, scharnieren en ankers. De zwakste schakel is maatgevend en het is lastig te berekenen welk onderdeel dit zal zijn. Bovendien zijn de uitvoeringsopties qua indeling en afmeting legio. Om het kozijn te beoordelen zijn er enkele opties:

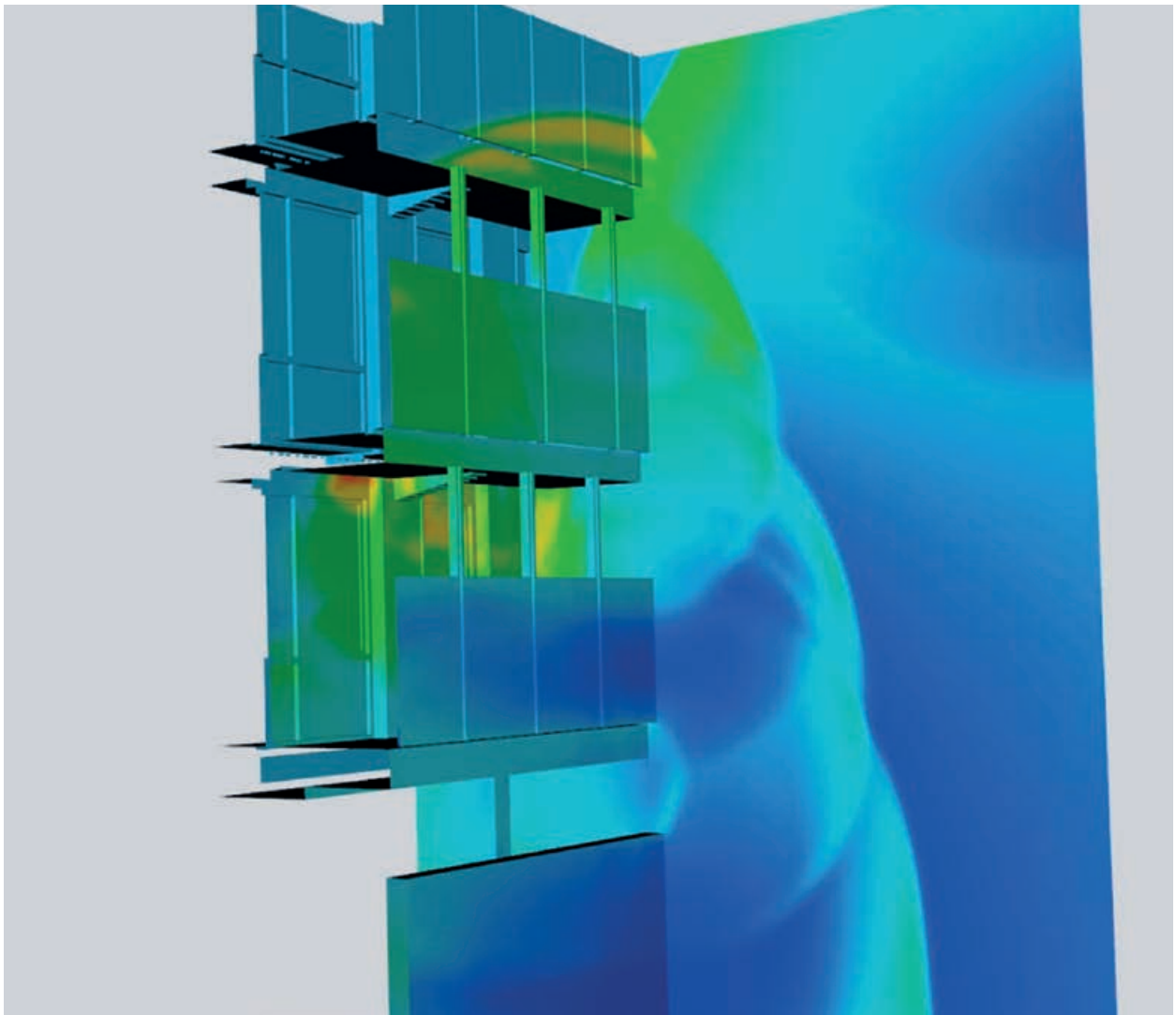
1. Diverse kozijnleveranciers hebben testresultaten van explosiewerende profielseries. Soms hebben de testresultaten een overmaat op afmetingen, overspanningen en/of belasting, zodat het aannemelijk is dat de oplossing in het project kan voldoen. Ook testen van standaard kozijnen bij een licht verhoogde belasting zijn erg interessant. Hiermee is te onderbouwen wanneer er geen extra maatregelen nodig zijn en toch een veilige oplossing kan worden gemaakt.
2. Bij ingewikkelde puivormen of grote afmetingen bieden de referentietesten onvoldoende houvast. Dan kunnen op basis van bovenstaande

testen gevalideerde eindige elementenberekeningen worden gemaakt. Hiermee kan worden geëxtrapoleerd naar de projectoplossingen. Dit is zeer gespecialiseerd werk.

De zwakste schakel is maatgevend, maar het is lastig te berekenen welk onderdeel dat is

EEN PRAKTISCHE AANPAK

Het is dus technisch goed mogelijk om scherfwerende beglazing in deugdelijke kozijnen en gevels te maken. Maar wanneer er extra voorzieningen nodig zijn, heeft dat wel een prijs. Voor een pro-



Drukgolven van een explosie op een galerijgevel. Met CFD-studies kan de kavel of de gebouwworm worden geoptimaliseerd om de belasting op de gevel te verlagen. In dit geval is de invloed van een geluidsscherm op de galerij doorgerekend.

ject zonder onprettige verrassingen is het aan te raden om dit onderwerp vóór de aanbesteding op te pakken.

1. Initiatieffase

De meest veilige optie is om geen zeer kwetsbare gebouwfuncties in een explosievoorschriftengebied toe te laten, maar liever industrie of opslag. Echter zijn bijvoorbeeld scholen, bijeenkomstgebouwen en zorginstellingen ook gebaat bij een goede bereikbaarheid en moeten die dus in de buurt van spoor en weg te liggen. Weinig

gemeente hebben de ruimte om de beschikbare grond voor andere doeleinden te gebruiken.

2. SO/VO-fase

Maak de belasting op de ruiten zo laag mogelijk:

- Deel de kavel slim in en leg parkeerfuncties of opslag dichterbij de bron en glazen gevels verder van de bron. Maak gebruik van groen om de invloed van de explosie te verzachten. Misschien is een scherm of talud mogelijk als gedeeltelijke afscherming.
- Let op de gebouwworm. Nissen, overstekken of

nauwe doorgangen versterken de explosie. Bolle vormen zijn gunstiger dan rechthoekige.

- Entrees zijn kwetsbaar. Plaats de entree bij voorkeur aan de luwe zijde.

3. DO-fase

- Ontwerp integraal: gebouwen in explosievoorschriftgebieden hebben vrijwel altijd een hoge geluidbelasting. Geluidwerend glas, voorzetramen, galerijschermen of tweedehuidgevels brengen extra explosieveiligheid met zich mee. Ook doorvalveilig en letselveilig glas helpen mee om de scherfwerking van het glas te minimaliseren. In sommige gevallen blijken zelfs andere eisen dan de scherfwerking maatgevend!
- Maak gebruik van referentietesten om kozijnkeuzes te maken.
- Werk de onderbouwing van schervvrij glas uit voor de aanbesteding.

4. Uitvoering

- Explosieveilige kozijnen en gevels vragen soms om extra handelingen. Deze zijn niet altijd zichtbaar, maar vragen wel om aandacht in de uitvoering.

SAMENGEVAT

Bouwen in explosievoorschriftgebieden kan in ons dichtbevolkte land niet altijd worden vermeden. Het is technisch goed mogelijk om gevels met schervvrij glas te realiseren, maar het gemak neemt toe en de kosten nemen af als dit onderwerp in een vroeg ontwerpstadium op slimme en integrale wijze wordt opgepakt. Bij een doordacht ontwerp kunnen extra voorzieningen worden beperkt en soms zelfs achterwege blijven. Omdat de beoordelingsmethode niet is voorgeschreven is afstemming met bevoegd gezag wenselijk.

Table 1. GSA/ISC Performance Conditions for Window System Response.

Performance Condition	Protection Level	Hazard Level	Description of Window Glazing Response
1	Safe	None	Glazing does not break. No visible damage to glazing or frame.
2	Very High	None	Glazing cracks but is retained by the frame. Dusting or very small fragments near sill or on floor acceptable.
3a	High	Very Low	Glazing cracks. Fragments enter space and land on floor no further than 3.3 ft. from the window.
3b	High	Low	Glazing cracks. Fragments enter space and land on floor no further than 10 ft. from the window.
4	Medium	Medium	Glazing cracks. Fragments enter space and land on floor and impact a vertical witness panel at a distance of no more than 10 ft. from the window at a height no greater than 2 ft. above the floor.
5	Low	High	Glazing cracks and window system fails catastrophically. Fragments enter space impacting a vertical witness panel at a distance of no more than 10 ft. from the window at a height greater than 2 ft. above the floor.

Tabel beoordelingsmethode GSA-TS01-2003 zoals ontwikkeld door de U.S. GSA (General Service Administration) en de ICS (Interagency Security Committee) van het U.D. Department of Homeland Security.