

Laboratorium voor Externe Veiligheid:

## Handreiking

# Bouwen binnen een invloedsgebied

Deel 1: Bouwen binnen een plasbrandaandachtsgebied



In samenwerking met:





# Handreiking bouwen binnen een invloedsgebied

Deel 1: Bouwen binnen en plasbrandaandachtsgebied

## Projectgroep bestaande uit:

Antea Group

ing. S. (Susan) Eggink  
ing. A. (Anke) Veens  
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

# Inhoud

Blz.

<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1. Aanleiding	1
2. Doel	1
3. Inhoud	1
4. Opzet en leeswijzer	2
5. Literatuurlijst	2
<b>Deel 1 Artikelkaarten</b>	<b>3</b>
ARTIKEL 2.4 - Toepassingsgebied	4
ARTIKEL 2.5 - Brandwerendheid van gevels	7
ARTIKEL 2.6 - Materiaaleisen aan gevels	9
ARTIKEL 2.7 - Materiaaleisen aan het dak	11
ARTIKEL 2.8 - Veilig vluchten	13
ARTIKEL 2.9 - Bezijken bouwconstructie	15
ARTIKEL 2.10 - Mechanische ventilatie	17
<b>Deel 2 Verdiepingsmodules</b>	<b>19</b>
Module 0 - Begrippen	19
Module 0 - A	19
Module 1 Juridisch kader	25
Module 1 – A	25
Module 1 - B	29
Module 1 - C	35
Module 2 - Normalisatie	37
Module 2 - A	37
Module 2 - B	40
Module 2 - C	41
Module 3 - Warmtestraling	45
Module 3 - A	45
Module 3 - B	46
Module 3 - C	48
Module 4 - Praktische vertaling naar voorzieningen	49
Module 4 - A	49
Module 4 - B	52
Module 4 - C	62
Module 5 - Voorbeelden	63
<b>Bronvermelding</b>	<b>67</b>



# Inleiding

## 1. Aanleiding

Bouwen langs wegen, waterwegen en spoorwegen waarover transport van gevaarlijke stoffen plaatsvindt vraagt bijzondere aandacht zeker als deze transportroute is aangewezen in de Regeling basisnet. Met de inwerkingtreding van de Regeling Bouwbesluit 2012 (Staatscourant 2014-4057) zijn de technisch inhoudelijke prestatie-eisen landelijk uniform. De inwerkingtreding van de Regeling Bouwbesluit 2012 met betrekking tot plasbrandaandachtsgebieden is gekoppeld aan de inwerkingtreding van de Wet basisnet. De Wet treedt per 1 april 2015 in werking. Door het Laboratorium Externe Veiligheid (LEV) is gevraagd om naar aanleiding van deze aanpassingen in de regelgeving een handreiking op te stellen.

## 2. Doel

Het doel van de handreiking is een praktisch handvat bieden aan vergunningverleners, adviseurs van de brandweer en toezichthouders van het bevoegd gezag over de wijze waarop gebouwd kan worden binnen veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden (PAG).

De handreiking is gekoppeld aan het Scenarioboek Externe Veiligheid [2]. Daarnaast sluit de handreiking aan bij de eisen zoals geformuleerd in het Bouwbesluit 2012 [3] en de Regeling Bouwbesluit 2012 [4]. Via de artikelkaarten uit de handreiking kan de lezer de voorschriften uit de Regeling Bouwbesluit 2012 vertalen naar praktische bouwkundige voorzieningen.

## 3. Inhoud

De handreiking sluit aan bij de groepering van effecten uit het scenarioboek externe veiligheid. De handreiking is een praktische doorvertaling naar praktische bouwkundige voorzieningen op basis van twee van de drie relevante effecten voor veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden;

Scenario	Effect
Brand	Warmtestraling / rook / convectiestraling
Toxische stof	Toxische wolk
Explosie	Druk golf

De handreiking is voornamelijk beperkt tot de eerste twee scenario's. De prestatie-eisen die beschreven zijn in het Bouwbesluit 2012 en de Regeling Bouwbesluit 2012 voor bouwen in veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden zijn alleen voor brand en toxische wolk beschreven. Er zijn geen prestatie-eisen opgenomen die de effecten van een drukgolf beheersen. De voorschriften uit het Bouwbesluit 2012 en de Regeling Bouwbesluit 2012 met betrekking tot het bouwen in veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden zijn alleen van toepassing voor nieuwbouw situaties.

De opgenomen illustraties zijn informatief en er zullen geen merknamen of specifieke producten en materialen worden voorgeschreven. De handreiking is niet uitputtend voor wat betreft de praktijkinformatie over brandveilig bouwen. Hiervoor verwijzen we u graag naar bijvoorbeeld de SBR referentiedetails en de NEN praktijkgids brandveiligheid.

#### 4. Opzet en leeswijzer

Omdat doelgroep van de handreiking divers is, geldt dat ook voor het gebruik van de handreiking. Daarom is het document in drie delen gesplitst. Het eerste deel is algemeen en voor iedereen relevant. Het tweede deel bestaat uit artikelkaarten die de afzonderlijke artikelen uit de Regeling Bouwbesluit 2012, relevant voor bouwen binnen een veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied, behandelen. Deze kaarten verwijzen naar de verschillende verdiepingmodules opgenomen in deel 3.

De wijze van presentatie van de verdiepingmodules verschilt van elkaar zodat aangesloten kan worden bij de specifieke lezersgroep.

De verschillende lezersgroepen zijn:

- vergunningverleners en plantoetsers;
- adviseurs brandweer;
- toezichthouders bevoegd gezag.

Wanneer de lezer meer informatie wil over een onderwerp, wordt er op de artikelkaarten per lezersgroep verwezen naar de verdiepingmodules in deel 3.

#### 5. Literatuurlijst

De handreiking is gebaseerd op (literatuur):

- IPO handreiking 'Catalogus bouwkundige maatregelen externe veiligheid'
- Borging maatregelen - IPO 11 - Onderzoek naar de mogelijkheden voor juridische borging van externe veiligheidsmaatregelen en aansluitende studies
- Scenarioboek Externe Veiligheid
- Bouwbesluit 2012 en Regeling Bouwbesluit 2012
- Besluit externe veiligheid transportroutes
- Besluit externe veiligheid buisleidingen
- Besluit externe veiligheid inrichtingen
- NEN praktijkgids

## Deel 1 Artikelkaarten

In onderstaand overzicht wordt inzicht gegeven in welk kader de artikelen uit de Regeling Bouwbesluit 2012 van toepassing zijn:

	Relevant voor			Brand	Toxische wolk	Druk golf
Art. 2.4 Toepassingsgebied	V	A	T	✓	✓	⊗
Art. 2.5 Brandwerendheid van gevels	V	A	T	✓	✗	⊗
Art. 2.6 Materiaaleisen aan gevels	V	A	T	✓	✗	⊗
Art. 2.7 Materiaaleisen aan het dak	V	A	T	✓	✗	⊗
Art. 2.8 Veilig vluchten	V	A	T	✓	✗	⊗
Art. 2.9 Bezwijken van constructies	V	A	T	✓	✗	⊗
Art. 2.10 Mechanische ventilatie	V	A	T	✗*	✓	⊗

### Legenda

- V Vergunningverlener en plantoetser
- A Adviseur brandweer
- T Toezichthouder bevoegd gezag
- ✓ Scenario van toepassing conform Regeling BB'12
- ✗ Scenario niet van toepassing conform Regeling BB'12
- ⊗ (Nog) niet opgenomen in deze versie van de handreiking, scenario nog geen onderdeel van conform Regeling BB'12
- \* In de Regeling BB'12 niet aangeduid als van toepassing zijnd scenario in de prestatie-eis. Echter is er in het scenario 'Brand' natuurlijk wel een voordeel (bijvangst).

De tekst op de kaarten die hierna volgen is op basis van de Regeling herschreven, zonder afbreuk te doen aan het wetsartikel. Er wordt echter geadviseerd altijd de vigerende artikelteksten erbij te nemen. Tekeningen die ter illustratie zijn opgenomen op de artikelkaarten geven schetsmatig een situatie weer en zijn niet op schaal.

Verder wordt er op de kaarten verwezen naar de verdiepingmodules waar meer informatie over specifieke onderwerpen is opgenomen. Tevens is op de artikelkaarten aangegeven op welk scenario het artikel gebaseerd is aan de hand van de volgende symbolen.

### Legenda



Brand



Druk



Toxisch



## ARTIKEL 2.4 - Toepassingsgebied



### TOEPASSING

Bouwen van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten binnen een veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Het artikel geeft aan in welke gevallen een te bouwen bouwwerk moet voldoen aan de in artikel 2.5 tot en met 2.10 opgenomen eisen.

### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.4 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Artikel 1.1 Besluit externe veiligheid inrichtingen	Module 1-A

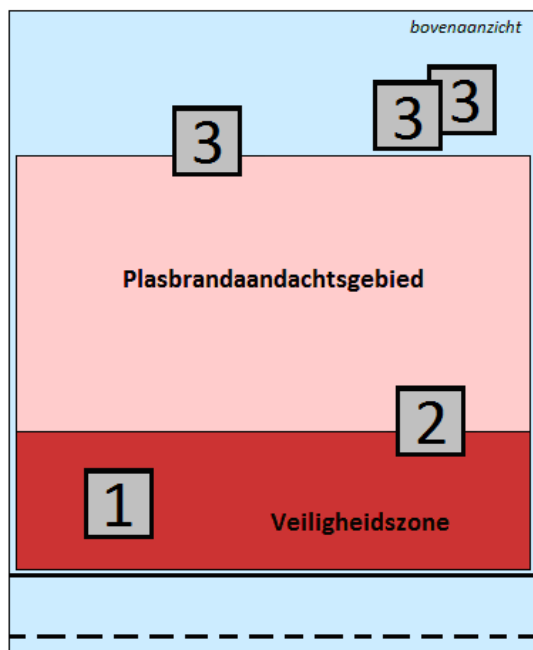
### ONDERDELEN ARTIKEL

#### Vergunningverlener bevoegd gezag

#### Adviseur brandweer

#### Toezichthouder bevoegd gezag

lid 1 Een nieuw te bouwen, geheel of gedeeltelijk in een *veiligheidszone* gelegen beperkt kwetsbaar object, moet voldoen aan de artikelen 2.5 tot en met 2.10.

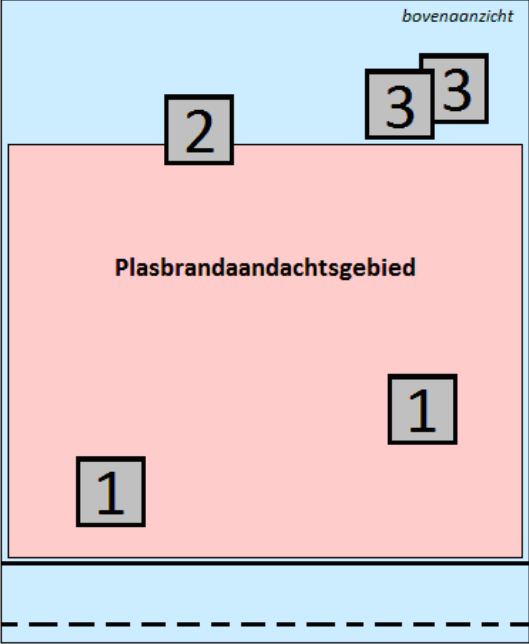


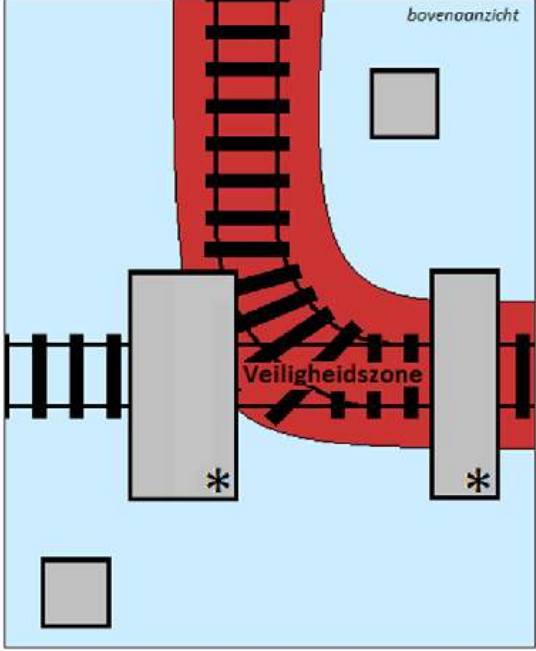
#### Legenda:

- 1 Object in veiligheidszone
- 2 Object gedeeltelijk in veiligheidszone
- 3 Object buiten veiligheidszone

Module  
0-A en 1-A

Het nieuw bouwen van een kwetsbaar object in een veiligheidszone is niet toegestaan.

<p>lid 2</p>	<p>Een nieuw te bouwen, geheel of gedeeltelijk in een <i>plasbrandaandachtsgebied</i> gelegen kwetsbaar of beperkt kwetsbaar object, moet voldoen aan de artikelen 2.5 tot en met 2.9.</p>  <p><i>bovenaanzicht</i></p> <p><b>Plasbrandaandachtsgebied</b></p> <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Object in plasbrandaandachtsgebied</li> <li>2 Object gedeeltelijk in plasbrandaandachtsgebied</li> <li>3 Object buiten plasbrandaandachtsgebied</li> </ul>	<p>Module 0-A en 1-A</p>		
<p>lid 3</p>	<p>Een nieuw te bouwen, beperkt kwetsbaar object, moet voldoen aan artikel 2.5 tot en met 2.10 indien er sprake is van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• een object dat boven de volle breedte van een weg of spoorweg wordt gebouwd; en</li> <li>• die weg of spoorweg voor een deel van die breedte een veiligheidszone betreft.</li> </ul>	<p>Module 0-A en 1-A</p>		

	 <p>bovenaanzicht</p> <p>Veiligheidszone</p> <p>Legenda: * Beperkt kwetsbaar object boven veiligheidszone waarop art. 2.5 t/m 2.10 van toepassing zijn</p>			
lid 4	<p>Bij binnenwater zijn soms wel kwetsbare objecten toegestaan binnen de veiligheidszone.</p> <p>Lid 2 is ook op die kwetsbare objecten van toepassing.</p>	Module 0-A en 1-A		
lid 5	<p>De eisen in lid 1 tot en met lid 4 zijn niet van toepassing op objecten met een hoge infrastructuurle waarde.</p>	Module 0-A en 1-A		

**GELIJKWAARDIGHEID**

Art. 1.3 Bouwbesluit 2012

**Doel van artikel 2.4**

Van toepassing verklaring.

**Tips**

-

**VOORBEELDEN**

Nr. 1C.1.1 in verdiepingmodule 1

Praktijkvoorbeeld

## ARTIKEL 2.5 - Brandwerendheid van gevels



### TOEPASSING

Eisen aan de brandwerendheid van een gedeelte van een uitwendige scheidingsconstructie gelegen in een veiligheidszone of een plasbrandaandachtsgebied.

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Het doel van het artikel is het borgen dat in het geval van een plasbrand of een ander ernstig incident met gevaarlijke stoffen voldoende tijd is om een bouwwerk veilig te verlaten en de brandweer voldoende gelegenheid heeft om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.

### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.5 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C

### ONDERDELEN ARTIKEL

Vergunningverlener bevoegd gezag	Adviseur brandweer	Toezichthouder bevoegd gezag
----------------------------------	--------------------	------------------------------

Art.	<p>Een gedeelte van een gevel die in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied ligt, moet ten minste 60 minuten brandwerend zijn van buiten naar binnen.</p> <p><b>Legenda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Gevels met een brandwerendheidseis conform art. 2.5</li> <li>➔ Voorbeeld brandwerendheid van buiten naar binnen (richting)</li> </ul>	Module 2A.1		Module 2.A-1 en 3
	De brandwerendheid moet worden bepaald volgens NEN 6069, uitgaande van de buitenbrandkromme volgens NEN-EN 13501-2.		Module 2.B-2	

<p>De specifieke optredende brandbelasting bij een plasbrand of ernstig incident kan dus buiten beschouwing blijven. Er is dus geen maatwerkbeplanning nodig per object.</p>			
<p>Afhankelijk van de scheidingsconstructie en de te beschermen ruimte kan het gaan om:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vlamdichtheid (E);</li> <li>• Temperatuur (I);</li> <li>• Warmtestraling (W); en/of</li> <li>• Bezijken (R).</li> </ul>		Module 2A.1	Module 2A.1 en 3
<p>Deze vier beoordelingscriteria volgen uit NEN 6069.</p>			
<p>Er moet worden aangetoond dat de constructieonderdelen voldoen aan de brandwerendheidseis van 60 minuten door middel van onderzoeken/documentatie volgens NEN 6069.</p>			Module 2A.1 en 3

GELIJKWAARDIGHEID	
Art. 1.3 Bouwbesluit 2012	
Doel van artikel 2.5	Tips
<p>Ontvluchting van personen dient geborgd te zijn. Voorkomen van brandoverslag naar een gebouw. De brandweer moet voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.</p>	<p>Beoordelingscriteria volgen uit de NEN 6069 (E-I-W-R). De buitenbrandkromme (NEN-EN-13501-2) is een algemeen uitgangspunt. Het gebruik van deze brandkromme is niet verplicht, het is nog steeds mogelijk om op basis van de feitelijk optredende brandbelasting een beoordeling te maken. Dit is zinvol als kan worden aangetoond dat de feitelijke brandbelasting geringer is.</p>

VOORBEELDEN	
Nummer 5.A1 in verdiepingmodule 5	Voorbeelden van materialen die voldoen aan EI conform het gestelde in art. 2.5.

## ARTIKEL 2.6 - Materiaaleisen aan gevels



### TOEPASSING

Eisen aan de brandklasse van een aan de buitenlucht grenzend gedeelte van een uitwendige scheidingsconstructie gelegen in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied.

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Het doel van het artikel is het beperken van de brandvoortplanting over de gevel. Er moet geborgd worden dat ontvluchting van personen mogelijk is. Ook moet de brandweer voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.

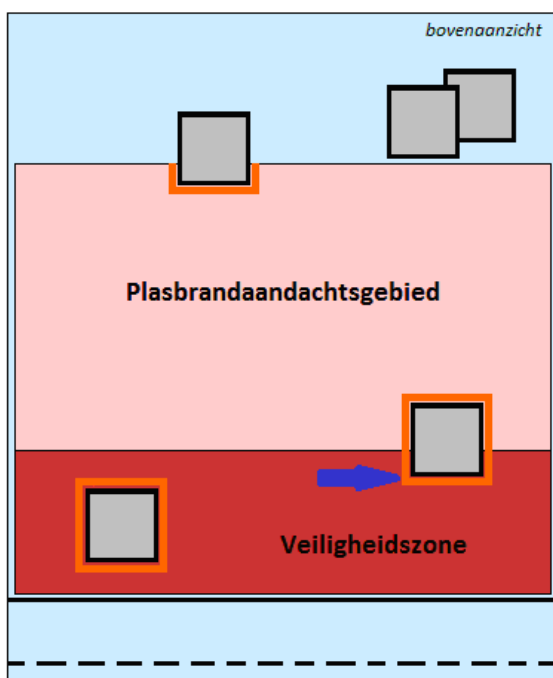
### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.6 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C

### ONDERDELEN ARTIKEL

Vergunningverlener bevoegd gezag	Adviseur brandweer	Toezichthouder bevoegd gezag
----------------------------------	--------------------	------------------------------

lid 1 Een gevel die aan de buitenlucht grenst aan een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied ligt, voldoet aan brandklasse A2 bepaald volgens NEN - EN 13501-1.



**Legenda:**

- Gevels met een brandwerendheidseis conform art. 2.6
- Voorbeeld brandwerendheid van buiten naar binnen (richting)

Module 2B.1

	Voorbeelden van materialen die voldoen aan brandklasse A2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steenachtige materialen</li> <li>• Staal</li> <li>• Glas</li> </ul>		Module 2B.1 en 4	Module 2B.1 en 4
	Het gebruik van kunststof gevelbekleding zal moeilijk zijn bij brandklasse A2. Ook de toepassing van houten gevelbekleding vraagt aandacht. Niet alle houtsoorten voldoen aan brandklasse A2. Sommige houtsoorten kunnen na impregnering aan brandklasse A2 voldoen.		Module 2B.1 en 4B.1	Module 2B.1 en 4B.1
	De gebruikte materialen moeten voorzien zijn van geldige certificaten en attesten.			Module 2B.1
lid 2	Draaiende delen en ramen in het geveleppervlak zijn uitgezonderd van de eis uit lid 1. Denk aan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• deur;</li> <li>• raam;</li> <li>• kozijn.</li> </ul> Deze onderdelen moeten voldoen aan brandklasse D bepaald volgens de NEN 13501-1.		Module 2B.1 en 4B.1	Module 2B.1 en 4B.1
Lid 3	Kleine gedeelten van het geveleppervlak zijn uitgezonderd van de eis aan de brandklasse van het materiaalgedrag. Deze uitzonderingen zijn nodig om een goede aansluiting op de (bouw)praktijk kunnen krijgen. Deze uitzondering is toegestaan indien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het oppervlak beperkt wordt tot 5% op het totale oppervlak van de gevel; en</li> <li>• Ieder vlak binnen dit oppervlak niet groter is dan 3 bij 3 meter.</li> </ul>		Module 2B.1 en 4B.1	Module 2B.1 en 4B.1
lid 4	Lid 1 tot en met 3 zijn niet van toepassing op de bovenzijde van een dak. Artikel 2.7 gaat verder in op materiaaleisen aan het dak	<i>Zie art 2.7</i>	Module 2B.1 en 4C.1	Module 2B.1 en 4C.1

**GELIJKWAARDIGHEID**

Art. 1.3 uit Bouwbesluit 2012

**Doel van artikel 2.6**

Ontvluchting van personen dient geborgd te zijn. Brandvoortplanting moet beperkt worden. De brandweer moet voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.

**Tips**

In plaats van het gebruik van materialen met brandklasse A2 is het bijvoorbeeld mogelijk een watersproeisysteem op de gevel toe te passen om invulling te geven aan de eis ten aanzien van het beperken van overslag.

**VOORBEELDEN**

Nummer 5.A2 in verdiepingmodule 5

Voorbeelden van materialen die voldoen aan brandklasse A2 conform het gestelde in art. 2.6.

## ARTIKEL 2.7 - Materiaaleisen aan het dak



### TOEPASSING

Eisen aan de brandklasse (gebruikte materialen) van het dak in het geval van een buitenbrand

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Het doel van het artikel is het beperken van de voortplanting van een brand ver het dak. Er moet geborgd worden dat ontvluchting van personen mogelijk is. Ook moet de brandweer voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.

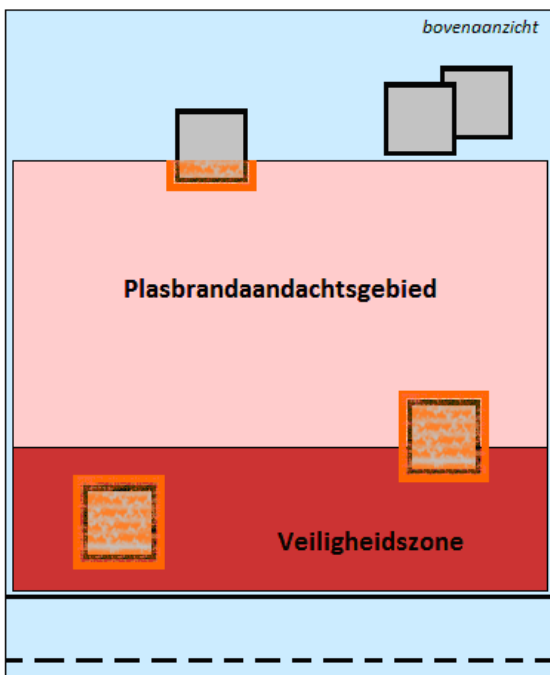
### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.7 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C


### ONDERDELEN ARTIKEL

Vergunningverlener bevoegd gezag	Adviseur brandweer	Toezichthouder bevoegd gezag
----------------------------------	--------------------	------------------------------

lid 1 Het gedeelte van een dak dat geheel of gedeeltelijk in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied ligt, moet aan de buitenzijde voldoen aan brandklasse A2 bepaald volgens de NEN 13501-1.



#### Legenda:

 Dak met een brandwerendheidseis conform art. 2.7

Voorbeelden van materialen die voldoen aan brandklasse A2:

- grind;
- keramische pannen;
- leien.

Module  
2B.1 en 4C.1

Module  
2B.1 en 4C.1

Module  
2B.1 en 4C.1



	De eis geldt voor het materiaal op het dak dus niet voor de hele dakconstructie zelf.		Module 2B.1 en 4C.1	Module 2B.1 en 4C.1
	Het gebruik van onderstaande materialen vraagt om bijzondere aandacht: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bitumen;</li> <li>• kunststofdakbedekking;</li> <li>• riet.</li> </ul> Deze materialen voldoen niet of pas na behandeling aan brandklasse A2.		Module 2B.1 en 4C.1	Module 2B.1 en 4C.1
	De gebruikte materialen moeten voorzien zijn van geldige certificaten en attesten.			Module 2B.1
Lid 2	Kleine gedeelten in het dakoppervlak zijn uitgezonderd van de brandklasse-eis. Deze uitzonderingen zijn nodig om een goede aansluiting op de bouwpraktijk kunnen krijgen. De constructieonderdelen van het dak hoeven niet te voldoen aan de brandklasse-eisen uit lid 1 wanneer het oppervlak beperkt wordt tot 5% op het totale oppervlak van het dak.		Module 2B.1 en 4C.1	Module 2B.1 en 4C.1

**GELIJKWAARDIGHEID**

Art. 1.3 uit Bouwbesluit 2012

**Doel van artikel 2.7**

Ontvluchting van personen dient geborgd te zijn. Brandvoortplanting moet beperkt worden. De brandweer moet voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.


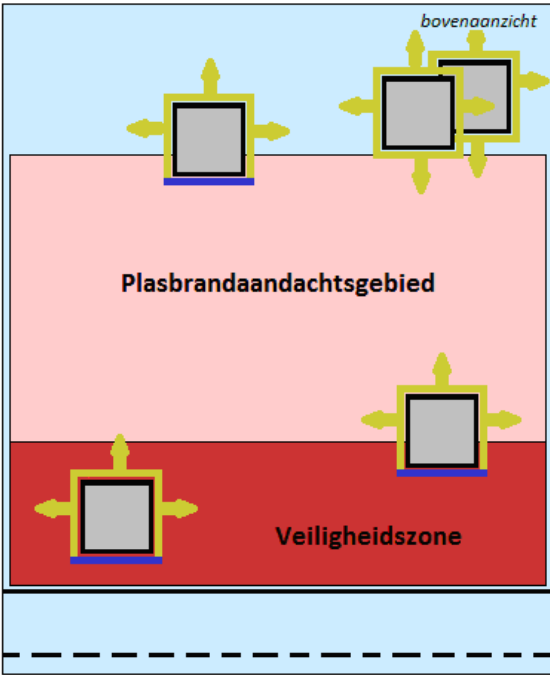

**Tips**

...

**VOORBEELDEN**

Nummer 5.A3 in verdiepingmodule 5

Voorbeelden van niet brandgevaarlijke dakbedekking conform het gestelde in art. 2.7.

<b>ARTIKEL 2.8 - Veilig vluchten</b>				
<b>TOEPASSING</b>				
Eisen aan vluchten ten opzichte van een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied.				
<b>ALGEMENE BESCHRIJVING</b>		<b>Verdiepingsmodules</b>		
Het doel van het artikel is te voorkomen dat personen gebruik moeten maken van een vluchtroute die uitkomt op het buitenterrein waar het incident zich voordoet.		Juridisch kader	Module 1-A	
		Artikel 2.8 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B	
		Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C	
<b>ONDERDELEN ARTIKEL</b>		<b>Vergunning-verlener</b>	<b>Adviseur brandweer</b>	<b>Toezihtouder bevoegd gezag</b>
lid 1	<p>Bij een incident moet worden voorkomen dat personen gebruik moeten maken van vluchtroutes die uitkomen op het buitenterrein waar het incident zich voordoet.</p> <p>Er mogen geen vluchtroutes in de gevel van een bouwwerk zijn die in de veiligheidszone of het plasbrandaandachtsgebied liggen.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Legenda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue; font-weight: bold;">—</span> Gevels waarin geen deur gelegen mag zijn waardoor een vluchtroute voert conform lid 1 art. 2.8</li> <li> Gevels waarin een van de infrastructuur afgekeerde vluchtroute mag worden aangebracht conform lid 2 art. 2.8</li> </ul>	Module OA.1	Module OA.1	Module OA.1

	Voor de gebouwen buiten het plasbrand aandachtsgebied geldt dat goed gekeken moet worden of de uitgangen richting het plasbrandaandachtsgebied voldoende veilig zijn.			
	Het is toegestaan om deuren te maken in de naar het basisnet toegekeerde zijde van het gebouw, mits door deze deuren geen noodzakelijke vluchtroute voert zoals bedoeld in Bouwbesluit 2012.	Module OA.1		Module OA.1
Lid 2	Wanneer het gebouw volledig in de veiligheidszone en of plasbrandaandachtsgebied ligt, moet de uitgang aan de zijde van het bouwwerk zijn gelegen die van de infrastructuur is afgekeerd.	Module OA.1		Module OA.1

### GELIJKWAARDIGHEID

Art. 1.3 uit Bouwbesluit 2012

#### Doel van artikel 2.8

Er moet voorkomen worden dat personen gebruik moeten maken van vluchtroutes zoals bedoeld in afdeling 2.12 uit Bouwbesluit 2012, die uitkomen op het buitenterrein waar een incident zich voordoet.

#### Tips

In verband met de veiligheid van personen wordt gebruik gemaakt van het afscherpende effect van de afgekeerde zijde, indien op een andere wijze een afscherpend effect gecreëerd kan worden kan hier gelijkwaardigheid mee aangetoond worden.

Installaties en organisatie zijn niet opgenomen in de huidige voorschriften. Het tijdig alarmeren in het geval van een calamiteit en het organisatorisch borgen bijvoorbeeld in een bedrijfsnoodplan zijn wel een essentieel onderdeel van een integraal brandveiligheidsconcept.

### VOORBEELDEN

Nummer 5.A4 in verdiepingmodule 5

Verwijzing naar het Infoblad 'Veilig vluchten bij brand'.

## ARTIKEL 2.9 - Bezwijken bouwconstructie



### TOEPASSING

Eisen aan de sterkte van een bouwconstructie.

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Bij het ontwerp van een gebouw moet rekening gehouden zijn met de sterkte van de bouwconstructie in het geval van een buitenbrand in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied.

### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.9 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C

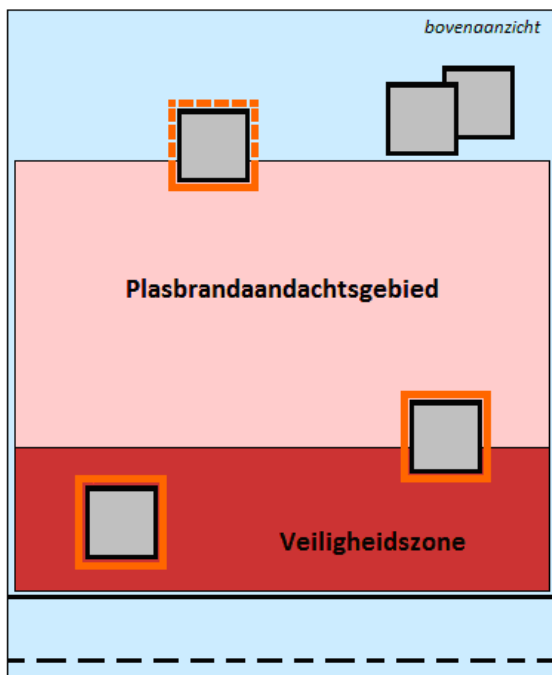
### ONDERDELEN ARTIKEL

#### Vergunning-verlener

#### Adviseur brandweer

#### Toetser bevoegd gezag

lid 1 Voor een bouwwerk dat geheel of gedeeltelijk in een veiligheidszone of een plasbrandaandachtsgebied ligt, gelden de eisen aan de sterkte bij brand uit afdeling 2.2. van Bouwbesluit 2012.



#### Legenda:

- Bouwconstructie gedimensioneerd op een buitenbrand conform art. 2.9
- - - Omdat een deel van de constructie in het PAG ligt dient in de berekening de volledige constructie beoordeeld te worden.

De sterkte bij brand moet worden bepaald volgens NEN-EN 13501-2, uitgaande van de buitenbrandkromme.

Module 2B.2

Module 2B.2

lid 2	De bouwconstructie die geheel of gedeeltelijk over een veiligheidszone, plasbrandaandachtsgebied of basisnetroute heen wordt gebouwd, moet bij blootstelling aan een brand van buitenaf minimaal 90 minuten in stand blijven, zodat langere tijd inzet door hulpdiensten mogelijk is.			Module 2B.2
	Het brandscenario kan bepaald worden volgens artikel 2.11 uit Bouwbesluit 2012 en uitgaande van ontwerp-brandscenario's zoals bedoeld in paragraaf 2.2 van de NEN-EN 1991-1-2.		Module 2B.2	

#### GELIJKWAARDIGHEID

Art. 1.3 uit Bouwbesluit 2012

##### Doel van artikel 2.9

Ontvluchting van personen dient geborgd te zijn.  
De sterkte bij brand dient gewaarborgd te worden.  
Langere tijd inzet door hulpdiensten moet mogelijk zijn.  
De brandweer moet voldoende gelegenheid hebben om te voorkomen dat de brand overslaat naar een bouwwerk.

##### Tips

De prestatie-eis aan de sterkte bij brand van de bouwconstructie wordt in hoofdstuk 2, afdeling 2.2 van Bouwbesluit 2012 bepaald uitgaande van een brand in het brandcompartiment . In aanvulling hierop geldt afdeling 2.16 van Bouwbesluit 2012 met de verwijzing naar artikel 2.9 van de Regeling Bouwbesluit 2012. Die stelt de eis uitgaande van een brand buiten het bouwwerk, plaats van incident in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied.

#### VOORBEELDEN

Nummer # in verdiepingmodule X

...

## ARTIKEL 2.10 - Mechanische ventilatie



### TOEPASSING

Veilig verblijven bij een (toxisch) incident in een veiligheidszone

### ALGEMENE BESCHRIJVING

Bij een mogelijkheid op een incident waar schadelijke stoffen kunnen vrijkomen, moet in een gebouw met mechanische ventilatie een voorziening worden aangebracht waarmee het ventilatiesysteem bij een calamiteit handmatig kan worden uitgeschakeld.

### Verdiepingsmodules

Juridisch kader	Module 1-A
Artikel 2.10 Regeling Bouwbesluit 2012 en toelichting	Module 1-B
Gelijkwaardigheid, art. 1.3 uit het Bouwbesluit 2012.	Module 1-C

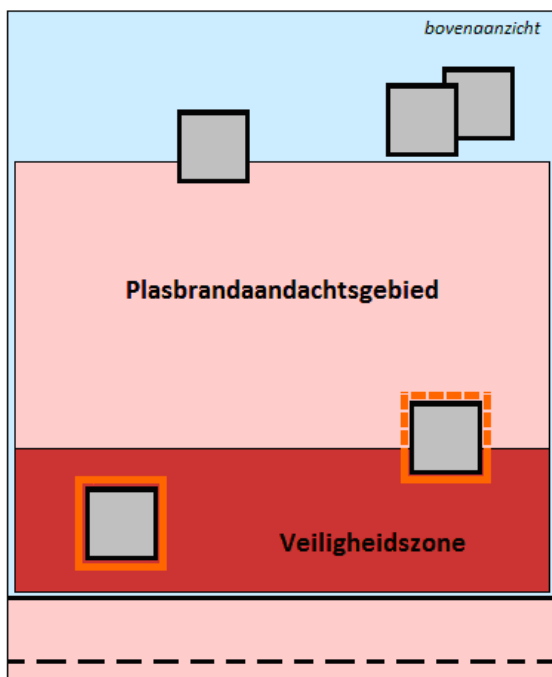
### ONDERDELEN ARTIKEL

Vergunning-verlener

Adviseur brandweer

Toetser bevoegd gezag

Art. Een bouwwerk dat geheel of gedeeltelijk in een veiligheidszone ligt, heeft een voorziening waarmee het mechanisch ventilatiesysteem handmatig kan worden uitgeschakeld.



#### Legenda:

- Eisen aan een (mechanisch) ventilatiesysteem conform art. 2.10
- - - Het gehele ventilatie systeem dient te voldoen aan de eisen ondanks dat het gebouw maar voor een deel in de veiligheidszone ligt.

Module 2C.1

Indien er bij een calamiteit schadelijke stoffen/ giftige gassen kunnen vrijkomen moet een mechanisch ventilatiesysteem handmatig uitgeschakeld kunnen worden.

Module 2C.1

Module 2C.1

	Bij aanwezigheid van een ruimte met een opstelplaats voor een elektriciteitsmeter heeft het de voorkeur de voorziening daar aan te brengen.		Module 2C.1	
	<p>Veel gebruikte systemen:</p> <p>Woningbouw:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanische afvoer of balansventilatie</li> <li>• schakelaar in schakelkast (per woning in het geval van een appartementencomplex).</li> </ul> <p>Utiliteitsbouw:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanische ventilatie vaak gekoppeld aan de luchtbehandeling</li> <li>• schakelaar nabij receptie</li> </ul>		Module 2C.1	Module 2C.1
<i>Noot</i>	Mechanische ventilatie is alleen vereist vanuit dit artikel in een toxisch scenario. De aanwezigheid van een dergelijk systeem in het scenario 'Brand' scheidt natuurlijk wel een voordeel maar mag niet geest worden vanuit dit oogpunt.	!		

**GELIJKWAARDIGHEID**

Art. 1.3 uit Bouwbesluit 2012

**Doel van artikel 2.10**

Er moet voorkomen worden dat gevaarlijke toxische stoffen het gebouw binnen gezogen worden door het mechanische ventilatiesysteem.

**Tips**

Het gaat niet om het afsluiten van het luchtkanaal. Het gaat om het stoppen van de mechanisch versnelde luchtstroom.

**VOORBEELDEN**

Nummer # in verdiepingmodule X

...

## Deel 2 Verdiepingsmodules

### Module 0 - Begrippen

Nr.	Onderwerp	Relevant voor nieuwbouw	Relevant voor bestaande bouw	Fase 2015	Relevant voor:
0A	1	Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied	X		Brand/Toxisch
	2	Brandbare gassen (BLEVE)	X	X	Brand
	3	Druk golf		X	Druk
	4	Toxische wolk	X	X	Toxisch
	5	Overslag	X	X	Brand

### Module 0 - A

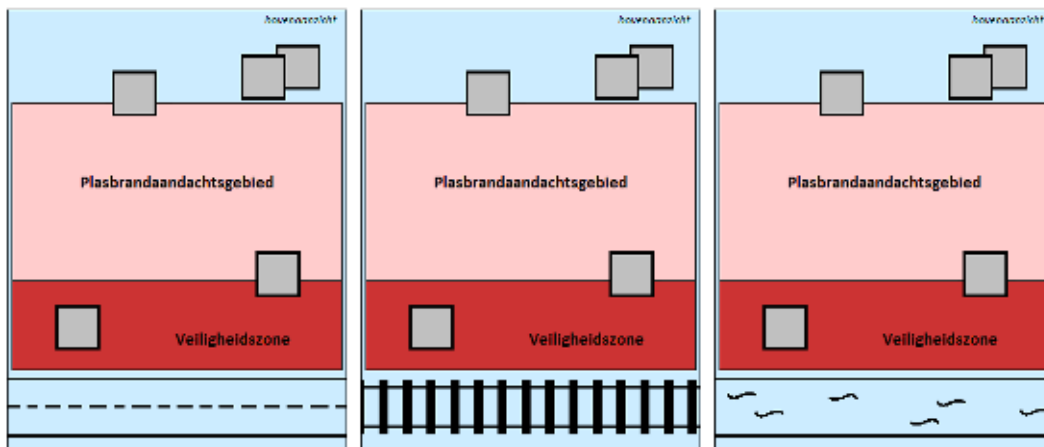
#### 0A.1 *Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied*

Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied zijn begrippen die een belangrijke rol hebben bij het Basisnet. In de regeling bij het Basisnet is aangegeven waar veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden aanwezig zijn. Zie ook module 1A.4.

De veiligheidszone is te beschouwen als een gemaximaliseerde  $10^{-6}$ -contour. De omvang van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het Basisnet wordt door het rijk gemonitord. Het risico van dit vervoer mag, berekend op jaarbasis, niet groter zijn dan deze gemaximaliseerde  $10^{-6}$ -contour. De  $10^{-6}$ -contour kan dus nooit buiten de veiligheidszone liggen.

Waar de veiligheidszone de ruimtelijke weergave is van het gebied waarbinnen de kans op een incident te groot is, gaat het plasbrandaandachtsgebied over het effect van een incident. Indien bij een incident een brandbare vloeistof vrijkomt, kan zich een plas vormen. Als deze plas tot ontbranding komt, zal er gedurende een korte (bijvoorbeeld 15 minuten) periode een intense hitte ontstaan.





Figuur OA.1-1 Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied langs transportroute

Afdeling 2.16 van het Bouwbesluit 2012 is gekoppeld aan het Besluit externe veiligheid transportroutes en de hierbij behorende Regeling basisnet. In de bijlagen bij de Regeling basisnet staan de transportaders aangeven waarlangs veiligheidsafstanden en plasbrandaandachtsgebieden van toepassing zijn. De bouwkundige eisen uit de Regeling Bouwbesluit 2012 zijn van toepassing in die gebieden. Scherper gesteld: de bouwkundige eisen zijn alleen van toepassing wanneer een nieuw te bouwen (beperkt) kwetsbaar object geheel of gedeeltelijk in zo'n gebied is gelegen. Buiten die gebieden is er geen juridische basis om deze bouwkundige maatregelen voor te schrijven.

Tabel OA.1-1 die rechtstreeks uit de Regeling basisnet is opgenomen, geeft in kolom 2 aan dat de rijksweg A1 is aangewezen in de Regeling. Uit kolom 3 volgt of er veiligheidszone is. Dit blijkt bij de wegvakken U81 en U90. Kolom 4 is niet relevant in relatie tot de bouwkundige eisen. Kolom 5 geeft aan of er een plasbrandaandachtsgebied is, wat hier dus voor alle wegvakken het geval is. Langs wegen bedraagt de breedte van een plasbrandaandachtsgebied 30 meter.

Tabel OA.1-1 Bijlage 1, Regeling basisnet, wegen

1	2	3	4	5
<b>Aanwijzing Basisnetroutes</b>		<b>Risicoplafonds</b>		<b>Plasbrand-aandachtsgebied</b>
<b>Wegvak (nr.)</b>	<b>Naam Basisnetweg (wegnummer: van - tot)</b>	<b>PR plafond</b>	<b>GR plafond</b>	
		<b>PR 10<sup>-6</sup> contour</b>	<b>PR 10<sup>-7</sup> contour</b>	
		<b>(afstand in meters)</b>		
	<b>Rijksweg A1</b>			
N1	A1: Knp. Watergraafsmeer - Knp. Diemen	0	82	JA
N2	A1: Knp. Diemen - Knp. Muiderberg	0	82	JA
N3	A1: Knp. Muiderberg - Knp. Eemnes	0	82	JA
U1	A1: Knp. Eemnes - afrit 10 (Soest)	0	82	JA
U91	A1: afrit 10 (Soest) - afrit 12 (Bunschoten)	0	82	JA
U81	A1: afrit 12 (Bunschoten) - afrit 13 (Amersfoort Noord)	1		JA
U90	A1: afrit 13 (Amersfoort Noord) - Knp. Hoevelaken	3		JA
G1	A1: Knp. Hoevelaken - afrit 15 (Barneveld)	0	82	JA

Bij wegen zal het plasbrandaandachtsgebied meestal de bepalende afstand zijn. Dit gebied wordt gemeten vanaf de 'verflijn' tussen de meest rechtse rijbaan en de vluchtstrook. De veiligheidsafstand (zie kolom 3) wordt gemeten vanaf de middenberm. In de praktijk zal de veiligheidsafstand vaak niet over de rand van het asfalt komen.

Het projecteren van de afstanden op een plangebied kan soms complex zijn. Geadviseerd wordt om een basiskaart voor een gebied te maken, waaruit duidelijk valt af te leiden of Afdeling 2.16 van het Bouwbesluit 2012 van toepassing is.

Tabel OA.1-2 Bijlage 2, Regeling basisnet, spoorwegen

1	2	3	4	5	6	7
Aanwijzing Basisnetroutes			Risicoplafonds			PAG
			PR-plafond	GR-plafonds		
			PR 10 <sup>-6</sup> Contour	PR 10 <sup>-7</sup> Contour	PR 10 <sup>-8</sup> Contour	
Begincoördinaten	Eindcoördinaten	Naam + trajectnummer	(afstand in meters)			
129296 : 482240	155600 : 464517	Route 30, Diemen - Amersfoort Oost				Ja
129296 : 482240	129890 : 481860	CV: Diemen - Weesp	7	21	243	
129890 : 481860	130443 : 481464	CW:	1	15	142	
130443 : 481464	131343 : 480754	CX:	7	21	243	
131343 : 480754	131735 : 480399	CY:	1	34	233	
131735 : 480399	132174 : 479956	CZ:	7	21	243	
132174 : 479956	133395 : 479356	DA: Weesp - Hilversum	1	15	142	
133395 : 479356	135052 : 478402	DB:	7	21	243	
135052 : 478402	138431 : 477960	DC:	1	15	142	
138431 : 477960	139269 : 477119	DD:	7	21	243	
139269 : 477119	139328 : 476851	DE:	1	34	233	
139328 : 476851	139584 : 475780	DF:	7	21	243	
139584 : 475780	139648 : 475507	DG:	1	15	142	
139648 : 475507	139948 : 474274	DH:	7	21	243	
139948 : 474274	139976 : 474152	DI:	1	34	233	
139976 : 474152	140297 : 472735	DJ:	7	21	243	
140297 : 472735	140563 : 471842	DK:	1	15	142	
140563 : 471842	140881 : 471107	DL:	7	21	243	
140881 : 471107	141033 : 470822	DM:	1	34	233	

Tabel OA.1-2, die rechtstreeks uit de Regeling basisnet is opgenomen, geeft in kolom 2 aan dat een spoortraject hier (het voorbeeld betreft route 30) is aangewezen in de Regeling. Uit kolom 4 volgt of er veiligheidszone is. Uit de kolom blijkt dat deze afstand wisselt van 1 tot 7 meter. Uit kolom 7 volgt dat er een plasbrandaandachtsgebied van toepassing is. Dit gebied heeft een breedte van 30 meter. Kolom 5 en 6 zijn niet relevant voor de bouwkundige eisen.

De relevante trajecten zijn gegeven in rijksdriehoekcoördinaten (kolom 1 en 2). De afstand wordt gemeten vanaf de referentielijn. Bij een standaard spoor ligt deze referentielijn in het midden tussen de twee sporen. Voor de bepaling van de ligging van de referentielijn in meer complexe spoor situaties wordt verwezen naar de toelichting van de regeling. Bij een standaard spoor wordt het plasbrandaandachtsgebied gemeten vanaf de buitenste spoorstaaf. Geadviseerd wordt om een goede basiskaart te maken met de ligging van de referentielijn en de veiligheidszone.

#### OA.2 Brandbare gassen (BLEVE)

Bij een incident met brandbare gassen kan in korte tijd een zeer grote hoeveelheid energie vrijkomen in de vorm van warmtestraling en drukbelasting. Tot op ruime afstand kunnen

personen direct hierdoor overlijden of doordat het gebouw waarin zij verblijven bezwijkt. Op korte afstand zijn constructieve maatregelen tegen de piekoverdruk niet te treffen vanwege de hoogte van die druk. Evenzeer bestaan er redelijkerwijs geen maatregelen die bescherming bieden tegen de piek in de warmtestraling.

Indien bij een incident de inhoud van een tank met tot vloeistof verdicht brandbaar gas (bijv. LPG) in zeer korte tijd vrijkomt, ontstaat een grote vuurbal met een grote overdruk en warmtebelasting voor de omgeving. Door piekoverdruk zal schade aan gebouwen optreden (instorten, beschadiging constructies, ruitbreuk). Voor specifieke informatie voor een BLEVE scenario wordt verwezen naar de uitgangspunten op de specifieke scenariokaarten.

Een complicerende factor is dat een op de constructie uitgeoefende druk over het algemeen niet gelijk is aan de piekdruk in de aankomende schokgolf, maar afhangt van het optreden van reflecties. Daarnaast kunnen ook fragmenten en brokstukken worden weggeslingerd, die lokaal extra schade veroorzaken.

Op dit moment is onduidelijk wat de combinatie van een drukgolf met een warmteflux voor effect heeft. Ervan uitgaande dat de snelheid van de warmtestraling het 1000-voudige is ten opzichte van de snelheid waarmee de drukgolf zich verplaatst zal het glas al enigszins zijn opgewarmd wanneer de drukgolf het glas bereikt.

#### *0A.3 Druk golf*

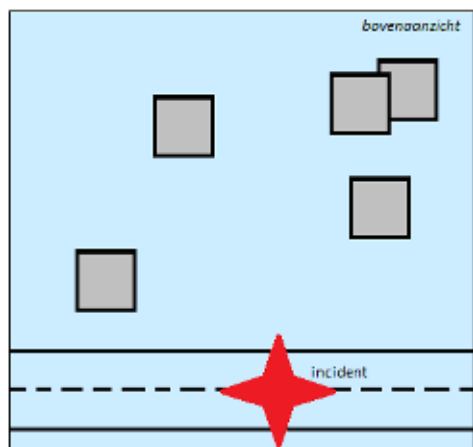
Er is één rekenmethode, de PGS1 deel 2B, die rekening houdt met een schokgolfbelasting op een ruit. De invloed van inklemming van het glas in het kozijn, de opbouw van het raam met dubbel glas en het toepassen van gelamineerd glas is hierbij een grijs gebied. De wetgever heeft besloten dat er te weinig bekend is over (bouwkundige) maatregelen tegen een drukgolf om dit onderdeel op dit moment op te nemen in de prestatie-eisen uit de Regeling Bouwbesluit 2012.

#### *0A.4 Toxische wolk*

Het is mogelijk dat een deel van een vloeistof of gas vrijkomt waardoor er een spray/nevel ontstaat, waaruit vloeistof kan neerslaan in de omgeving of een wolk op de wind. Het scenarioboek heeft enkele scenariokaarten ten aanzien van een toxische wolk.

#### *0A.5 Overslag*

In het kader van veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden geldt dat er altijd vanuit een extern incident wordt gekeken wordt. Waar in gebruikelijke situaties gesproken wordt van bijv. overslag naar belendingen wordt vanuit de Bouwregelgeving vaak van bouwwerk naar ander bouwwerk bedoeld. In dit kader wordt echter gesproken over gevaar van overslag vanaf het spoor of de weg naar omliggende bouwwerken (bestaand of nieuw).



Figuur OA.5-1 Benadering vanuit incident op transportroute

De brandweer in de gelegenheid om adequaat repressief op te treden door overslag vanaf de locatie van het incident overslag naar een bouwwerk te voorkomen.

## Module 1 Juridisch kader

Nr.	Onderwerp	Relevant voor nieuwbouw	Relevant voor bestaande bouw	Fase 2015	Relevant voor:
1A	1 Wettelijk kader	X	X		-
	2 Bouwbesluit 2012	X	X		-
	3 Besluit externe veiligheid inrichtingen	X	X		-
1B	1 Artikeltekst Bouwbesluit 2012 met toelichting	X			-
	2 Artikeltekst Regeling Bouwbesluit 2012 met toelichting	X			-
1C	1 Gelijkwaardigheid	X			-

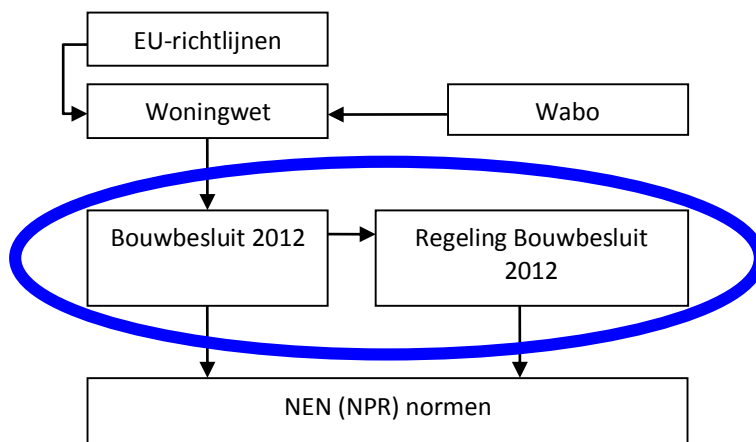
### Module 1 – A

#### 1A.1 Wettelijk kader

De risicoplafonds voor het vervoer van gevaarlijke stoffen worden vastgelegd in de Regeling basisnet.

In de Regeling basisnet worden trajecten aangewezen waarover het transport van gevaarlijke stoffen moet kunnen plaatsvinden. Het Basisnet biedt het bedrijfsleven duidelijkheid over de maximale risico's die het transport van gevaarlijke stoffen mag veroorzaken. Het Basisnet is een project dat het ministerie van Infrastructuur en Milieu in overleg met gemeenten, provincies en het bedrijfsleven uitvoert. [5]

Voor wat betreft bouwen zijn de prestatie-eisen vastgelegd in Bouwbesluit 2012. In onderstaande figuur wordt schematisch weergegeven hoe de regelgeving op het gebied van bouwen is verankerd.



Figuur 1A.1-1 Verankering bouwregelgeving

Op 22 april 2009 hebben Tweede Kamerleden Van Heugten en Roefs een motie ingediend [7]. In deze motie overwegen de Kamerleden dat de gemeenten geen bouwkundige eisen mogen opleggen anders dan in het Bouwbesluit vastgelegd. Ze verzoeken daarom de regering voor de finale vastlegging van het 'Basisnet vervoer gevaarlijke stoffen' de Kamer te informeren hoe en wanneer gemeenten zo nodig aanvullende bouwkundige eisen kunnen opleggen in veiligheidszones of in plasbrandaandachtsgebieden om veiligheidsrisico's langs infrastructuur tot een aanvaardbaar niveau te brengen. Met de voorschriften die in de Regeling Bouwbesluit 2012 (Staatscourant 2014-4057) worden gesteld, geeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties voor nieuwbouwsituaties invulling aan deze motie.

Het gevolg van de inwerkingtreding van de prestatie-eisen is dat er landelijk uniform is vastgelegd aan welke bouwkundige eisen moet worden voldaan wanneer er sprake is van een nieuw te bouwen bouwwerk in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebieden. Landelijk uniforme regels geven de ontwikkelaar en de ontwerper namelijk de zekerheid dat de regels in heel Nederland gelijk zijn en dat ze vooraf bekend zijn. Op dit moment heeft de Tweede Kamer nog één onderdeel van de wet- en regelgeving inzake het Basisnet in behandeling en wel het Besluit externe veiligheid transportroutes. Pas nadat de kamerbehandeling van dit besluit is afgerond, kan een definitieve datum worden vastgesteld. Dit zal vermoedelijk 1 januari 2015 zijn.

#### **1A.2** *Bouwbesluit 2012*

Het Bouwbesluit 2012 bevat voorschriften voor het uitvoeren van bouwactiviteiten, bouwen, verbouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken. Deze voorschriften gelden voor nieuwe, bestaande en tijdelijke bouwwerken en zijn van toepassing op alle bouwwerken. De voorschriften zijn aangepast op praktijkervaringen en afgestemd met voorschriften uit milieuregelgeving, externe veiligheid, Arbo en monumentenzorg. Het gaat hierbij om een minimaal noodzakelijk niveau. Het wenselijke niveau zal in de praktijk hoger liggen. De markt is vrij om een gewenst hoger niveau te ontwerpen en te realiseren.

Met de invoering van het Bouwbesluit 2012 per 1 april 2012 is de bouwregelgeving op onderdelen veranderd. In het Bouwbesluit 2012 zijn niet alleen de eisen van het Bouwbesluit 2003, maar ook de inhoud van het Gebruiksbesluit, een belangrijk deel van de Modelbouwverordening 1992, paragraaf 2 van het Besluit aanvullende regels veiligheid wegtunnels en van de Circulaire bouwlawaai 2010 samengebracht.

In Bouwbesluit 2003 was deze koppeling nog niet gemaakt. In Bouwbesluit 2012 is afdeling 2.16 toegevoegd, 'Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied, nieuwbouw'. In de artikelen 2.4 tot en met 2.10 in paragraaf 2.3 van de Regeling Bouwbesluit 2012 zijn de betrokken eisen voor bouwen in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied opgenomen.

De eisen voor bouwen in veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden zijn uitsluitend van toepassing voor nieuw te bouwen bouwwerken en gelden dus niet voor bestaande bouw en verbouw.

De bouwkundige eisen worden gesteld in artikel 2.4 tot en met 2.10 van de Regeling bouwbesluit 2012. De eisen hebben tot doel het bouwwerk een zodanige kwaliteit te geven dat in het geval van een plasbrand of een ander ernstig incident met gevaarlijke stoffen voldoende tijd is om het bouwwerk veilig te verlaten en de brandweer voldoende gelegenheid heeft om te voorkomen dat de brand overslaat naar de belendingen. In module 2 en 4 wordt verder ingegaan op de specifieke bouwkundige eisen.

### 1A.3 Besluit Externe veiligheid inrichtingen - (beperkt) kwetsbare objecten

Het Besluit externe veiligheid transportroutes stelt beperkingen aan het in planologische zin toelaten van nieuwe kwetsbare objecten binnen veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden. Er moet rekening gehouden worden met de effecten van een plasbrand die veroorzaakt wordt door lekkage van een brandbare vloeistof. De prestatie-eisen gelden volgens artikel 2.4 van de Regeling Bouwbesluit 2012 voor gebouwen die worden bestempeld als zijnde 'kwetsbaar' of 'beperkt kwetsbaar' in het Besluit externe veiligheid inrichtingen

In artikel 1.1 van het Bevi is aangegeven welke objecten kwetsbaar of beperkt kwetsbaar zijn. Het Bevi geeft hier een niet limitatieve opsomming (in de definitie wordt onder meer het woord 'zoals' gebruikt). Dat betekent dat een bevoegd gezag (enige) beleidsvrijheid heeft bij het benoemen welke objecten kwetsbaar zijn.

Artikel 1, lid 1 onder b: **beperkt kwetsbaar object:**

beperkt kwetsbaar object:

- a. 1°. verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen, woonschepen of woonwagens per hectare, en 2°. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel I, onder c, vallen;
- c. hotels en restaurants, voorzover zij niet onder onderdeel I, onder c, vallen;
- d. winkels, voorzover zij niet onder onderdeel I, onder c, vallen;
- e. sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen;
- f. kampeerterreinen en andere terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder onderdeel I, onder d, vallen;
- g. bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel I, onder c, vallen;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;



Artikel 1, lid 1 onder l: **kwetsbaar object**:

- a. woningen, woonschepen en woonwagens, niet zijnde woningen, woonschepen of woonwagens als bedoeld in onderdeel b, onder a;
- b. gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
  - 1<sup>o</sup>. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
  - 2<sup>o</sup>. scholen, of
  - 3<sup>o</sup>. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c. gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, waartoe in ieder geval behoren:
  - 1<sup>o</sup>. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m<sup>2</sup> per object, of
  - 2<sup>o</sup>. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m<sup>2</sup> bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m<sup>2</sup> per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd, en
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;

Uit de toelichting bij het Bevi en jurisprudentie volgt daarnaast dat:

- kantoren en hotels waar gedurende langere aaneengesloten tijd meer dan 50 personen aanwezig zijn, als kwetsbaar beschouwd moeten worden.
- het hier de capaciteit betreft om meer dan 50 personen onderdak te bieden. Het gaat niet om het aantal personen dat kortstondig aanwezig is.
- verkeersdeelnemers of recreanten die kort in een gebied verblijven, niet als (beperkt) kwetsbaar object worden beschouwd.

De ondergrens van de definitie voor 'beperkt kwetsbaar object' vraagt nu ook aandacht:

De praktijk van 10 jaar Besluit externe veiligheid inrichtingen leert dat het bij de interpretatie van artikel 1, lid 1 vooral gaat over de grens tussen wat een kwetsbaar of beperkt kwetsbaar object is. Voor kwetsbare objecten gelden immers harde wettelijke normen. Met de nieuwe regeling in het Bouwbesluit 2012 wordt ook de ondergrens van de definitie relevant: Is het te bouwen object een beperkt kwetsbaar object of niet?

Is het bouwen van een garagebox voor het stallen van auto's een beperkt kwetsbaar object? Uit artikel 1, lid 1, onderdeel b onder h volgt dat dit geen beperkt kwetsbaar object is, omdat mensen hier zeer kortstondig verblijven. Een garagebox, een bushokje, een losstaande berging bij een woning, het zijn objecten waar het verblijf per persoon kortstondig is.

Een lastig praktijkpunt kan hierbij zijn dat bijvoorbeeld een gebruiker van een garagebox frequent en langduriger aanwezig is voor bijvoorbeeld het onderhoud aan de daar gestalde old-timer. De wet reikt niet tot dit soort praktijksituaties en geadviseerd wordt om een dergelijke situatie het oordeel of sprake is van een beperkt kwetsbaar object af te stemmen op het oorspronkelijke doel van het bouwwerk, in dit geval dus 'een garagebox'.

## Module 1 - B

### 1B.1 - Artikeltekst Bouwbesluit 2012 met toelichting

**Geadviseerd wordt om altijd online de laatste gepubliceerde versie te raadplegen, deze informatie kan verouderd zijn.**

#### **Afdeling 2.16. Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied, nieuwbouw**

*[Treedt in werking op een nader te bepalen tijdstip, raadpleegdatum december 2014]*

##### **Artikel 2.132. Aansturingsartikel**

Lid 1.

Een te bouwen bouwwerk in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied of boven de volle breedte van een basisnetroute indien de veiligheidszone slechts een deel van de breedte van die basisnetroute betreft is zodanig dat het risico dat voortvloeit uit het vervoer van gevaarlijke stoffen voor personen in het bouwwerk beperkt is.

Lid 2.

Aan de in het eerste lid gestelde eis wordt voldaan door toepassing van het voorschrift in deze afdeling en de krachtens die bepaling gegeven voorschriften.

##### *Toelichting Artikel 2.132*

Het eerste lid van dit artikel geeft als functionele eis dat een te bouwen bouwwerk in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied of boven de volle breedte van een basisnetroute indien de veiligheidszone slechts een deel van de breedte van de basisnetroute betreft zodanig moet zijn dat het daaruit voortvloeiend risico voor de gebruikers van het gebouw beperkt is. Dit betekent dat men bij een calamiteit in een dergelijk gebied, in het bouwwerk zodanig is beschermd dat veilig uit het bouwwerk kan worden gevluht.

Het tweede lid bepaalt dat aan de functionele eis van het eerste lid wordt voldaan door toepassing van de voorschriften van deze afdeling. Deze voorschriften gelden voor alle gebruiksfuncties.

##### **Artikel 2.133. Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied**

Bij ministeriële regeling kunnen aan een bouwwerk in een veiligheidszone of een plasbrandaandachtsgebied of boven de volle breedte van een basisnetroute indien de veiligheidszone slechts een deel van de breedte van die basisnetroute betreft zodanige voorschriften worden gegeven dat personen beschermd zijn tegen gevolgen van een calamiteit op de weg, de spoorweg of het binnenwater waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken.

##### *Toelichting Artikel 2.133*

Bij ministeriële regeling kunnen met het oog op het voorkomen of beperken van de gevolgen van een van buiten het bouwwerk komende brand, ontploffing of drukgolf voorschriften worden gegeven omtrent het bouwen in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied. Uit het opschrift van afdeling 2.17 en het eerste lid van artikel 2.132 blijkt dat die voorschriften (alleen) betrekking hebben op nieuw te bouwen bouwwerken.

### **Artikel 2.133a. Verbouw**

Op het gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een bouwwerk is artikel 2.133 van overeenkomstige toepassing, waarbij in plaats van het in het krachtens dat artikel aangegeven niveau van eisen wordt uitgegaan van het rechtens verkregen niveau.

#### *Toelichting Artikel 2.133a*

Er wordt op gewezen dat voorschriften voor plasbrandaandachtsgebieden een verbouwartikel 2.133a bevatten [Stb. 2011, 676]. Hiervoor is gekozen, omdat anders op grond van de algemene regel (artikel 1.12) het nieuwbouwniveau van toepassing zou zijn. Door bij verbouw uit te gaan van het rechtens verkregen niveau wordt voorkomen dat verbouw niet kan doorgaan omdat niet aan het nieuwbouwniveau kan worden voldaan. Met het rechtens verkregen niveau wordt in principe voorkomen dat het bestaande veiligheidsniveau wordt ondergraven.

#### *1B.2 - Artikeltekst Regeling Bouwbesluit 2012 met toelichting*

**Geadviseerd wordt om ten alle tijden online de laatste gepubliceerde versie te raadplegen, deze informatie kan verouderd zijn.**

### **Paragraaf 2.3 Veiligheidszone en plasbrandaandachtsgebied**

*[Treedt in werking op een nader te bepalen tijdstip, raadpleegdatum december 2014]*

#### **Artikel 2.4**

Lid 1.

Een geheel of gedeeltelijk in een veiligheidszone bij een weg of spoorweg te bouwen bouwwerk dat tevens een beperkt kwetsbaar object als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen is, voldoet aan het bepaalde in de artikelen 2.5 tot en met 2.10.

Lid 2.

Een geheel of gedeeltelijk in een plasbrandaandachtsgebied te bouwen bouwwerk dat tevens een kwetsbaar of beperkt kwetsbaar object als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen is, voldoet aan het bepaalde in de artikelen 2.5 tot en met 2.9.

Lid 3.

Het eerste lid is van overeenkomstige toepassing op een boven de volle breedte van een weg of spoorweg die slechts voor een deel van die breedte een veiligheidszone betreft, te bouwen bouwwerk dat tevens een beperkt kwetsbaar object als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen is.

Lid 4.

Het tweede lid is van overeenkomstige toepassing op een geheel of gedeeltelijk in een veiligheidszone bij een binnenwater te bouwen bouwwerk dat tevens een kwetsbaar of beperkt kwetsbaar object als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen is.

lid 5.

Het eerste tot en met vierde lid zijn niet van toepassing op bouwwerken voor zover die bouwwerken objecten met een hoge infrastructurele waarde als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen zijn.

#### *Toelichting Artikel 2.4*

Dit artikel geeft aan in welke gevallen te bouwen bouwwerken moeten voldoen aan de in de artikel 2.5 en volgende opgenomen eisen.

**Eerste en derde lid**

Het eerste en derde lid hebben betrekking op te bouwen bouwwerken die tevens beperkt kwetsbare objecten zijn in veiligheidszones op en langs wegen en spoorwegen die onderdeel zijn van het Basisnet vervoer gevaarlijke stoffen. Op grond van het Besluit externe veiligheid transportroutes zijn nieuwe kwetsbare objecten niet toegelaten binnen deze veiligheidszones. Onder omstandigheden kunnen bij ruimtelijke besluitvorming binnen die zones wel nieuwe beperkt kwetsbare objecten worden toegelaten.

Voor de bescherming van de daarin aanwezige mensen moet het bouwwerk aan een aantal extra eisen voldoen. Deze eisen zijn neergelegd in de artikelen 2.5 tot en met 2.10. Deze eisen gelden ook voor beperkt kwetsbare objecten die over een weg of spoorweg heen worden gebouwd. Dit is geregeld in het derde lid.

**Tweede lid**

Op grond van het Besluit externe veiligheid transportroutes mogen onder omstandigheden zowel kwetsbare als beperkt kwetsbare objecten worden toegelaten binnen een plasbrandaandachtsgebied. In verband met de effecten van een mogelijke plasbrand bij een incident met brandbare vloeistoffen op de desbetreffende weg of spoorweg, moet bij de bouw van nieuwe kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten wel worden voldaan aan de in de artikelen 2.5 tot en met 2.9 opgenomen eisen.

**Vierde lid**

Anders dan bij een basisnetroute die een weg of spoorweg is, kunnen onder omstandigheden op grond van het Besluit externe veiligheid transportroutes bij een basisnetroute die een binnenwater is naast beperkt kwetsbare ook kwetsbare objecten binnen de veiligheidszone worden toegestaan. Voor die gevallen volgt uit het vierde lid dat ter bescherming tegen de effecten van een mogelijke plasbrand aan de in de artikelen 2.5 tot en met 2.9 opgenomen eisen moet worden voldaan.

**Vijfde lid**

Het vijfde lid bevat een uitzondering op het eerste tot en met vierde lid. Op grond daarvan hoeven de in die leden bedoelde bouwwerken niet aan de in de artikelen 2.5 tot en met 2.10 opgenomen eisen te voldoen indien en voor zover het bouwwerk een object betreft met een hoge infrastructurele waarde als bedoeld in het Besluit externe veiligheid inrichtingen, zoals bijvoorbeeld een telefoon- of elektriciteitscentrale. In dergelijke objecten verblijven geen mensen, terwijl de in de artikelen 2.5 tot en met 2.10 opgenomen eisen uitsluitend ten doel hebben mensen die in bouwwerken verblijven te beschermen tegen de gevolgen van een calamiteit op een basisnetroute waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn.

**Artikel 2.5**

De brandwerendheid van de uitwendige scheidingsconstructie van een gedeelte van een te bouwen bouwwerk dat gelegen is in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied is ten minste 60 minuten van buiten naar binnen bepaald volgens NEN 6069, uitgaande van de buitenruimte als een brandcompartiment en een buitenbrandkromme volgens NEN-EN 13501-2.

*Toelichting Artikel 2.5*

Op grond van dit artikel moet een bouwwerk een zodanige kwaliteit hebben dat in het geval van een plasbrand of een ander ernstig incident met gevaarlijke stoffen voldoende tijd is om het bouwwerk veilig te verlaten en de brandweer voldoende gelegenheid heeft om te voorkomen dat de brand overslaat naar de belendingen. In het eerste lid is geregeld dat de brandwerendheid van een uitwendige scheidingsconstructie van het gedeelte van een te bouwen bouwwerk dat gelegen is in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied ten minste 60 minuten moet zijn. De relevante

beoordelingscriteria voor de brandwerendheid volgen uit de aangewezen NEN 6069. Afhankelijk van het bouwdeel in de uitwendige scheidingsconstructie en afhankelijk van de te beschermen ruimte, kan het hierbij gaan om vlamdichtheid (E), temperatuur (I), warmtestraling (W) en/of bezwijken (R). Hoewel NEN 6069 niet specifiek bedoeld is voor de bepaling van de brandwerendheid van een uitwendige scheidingsconstructie van buiten naar binnen, kan deze NEN 6069 toch worden gebruikt ervan uitgaande dat de buitenruimte wordt beschouwd als brandcompartiment. Uit praktische overweging is verder uitgegaan van de standaardbrandkromme voor een buitenbrand die volgt uit NEN-EN 13501-2. De specifiek bij een plasbrand of ernstig incident optredende brandbelasting kan dus buiten beschouwing blijven. Deze aanpak maakt het mogelijk dat niet bij ieder bouwwerk een maatwerkbepaling nodig is en dat gebruik kan worden gemaakt van de bestaande brandklasse gegevens van constructieonderdelen van uitwendige scheidingsconstructies.

Dit betekent niet dat een beoordeling op basis van de feitelijk optredende brandbelasting onmogelijk is. Dit kan op basis van gelijkwaardigheid (zie artikel 1.3 van het Besluit). Dit is zinvol als kan worden aangetoond dat de feitelijke brandbelasting geringer is.

## **Artikel 2.6**

Lid 1.

Een in een aan de buitenlucht grenzende zijde van een in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied gelegen constructieonderdeel van een te bouwen bouwwerk voldoet aan brandklasse A2, bepaald volgens NEN-EN 13501-1.

Lid 2.

In afwijking van het eerste lid voldoet een deur, een raam, een kozijn of een daaraan gelijk te stellen constructieonderdeel aan brandklasse D, bepaald volgens NEN-EN 13501-1.

Lid 3.

Op ten hoogste 5% van de totale oppervlakte van de constructieonderdelen in ieder vlak van de uitwendige scheidingsconstructie met een afmeting van 3 m bij 3 m, waarvoor volgens het eerste lid een eis geldt, is die eis niet van toepassing.

Lid 4.

Het eerste tot en met derde lid zijn niet van toepassing op de bovenzijde van een dak.

### *Toelichting Artikel 2.6*

#### **Eerste lid**

Het eerste lid eist brandklasse A2 voor de constructieonderdelen die in de buitengevel worden toegepast. Hierdoor wordt gerealiseerd dat een eventuele brand zich niet zo snel kan voortplanten dat de ontvluchting van personen of een adequaat repressief optreden door de brandweer wordt belemmerd. Het gaat hierbij alleen om de constructieonderdelen die in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied zijn gelegen. De reikwijdte van het voorschrift kan worden bepaald aan de hand van de projectie op het grondvlak.

#### **Tweede tot en met vierde lid**

In het tweede tot en met vierde lid zijn uitzonderingen op het basisprincipe van het eerste lid opgenomen.

## **Artikel 2.7**

Lid 1.

Een in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied gelegen dak of een gedeelte daarvan 2 Staatscourant 2014 nr. 4057 18 februari 2014 van een te bouwen bouwwerk is voorzien van een

constructieonderdeel waarvan de aan de buitenlucht grenzende zijde voldoet aan brandklasse A2, bepaald volgens NEN-EN 13501-1.

Lid 2.

Op ten hoogste 5% van de oppervlakte van het in het eerste lid bedoelde constructieonderdeel is de eis van het eerste lid niet van toepassing.

#### *Toelichting Artikel 2.7*

##### **Eerste lid**

Met het voorschrift van het eerste lid dat bovenop een dakconstructie een constructieonderdeel moet worden toegepast dat aan de buitenzijde aan brandklasse A2 voldoet, wordt bewerkstelligd dat een eventuele brand zich op een dak niet zo snel kan voortplanten dat hierdoor de ontvluchting van personen of een adequaat repressief optreden door de brandweer wordt belemmerd. De eis in dit artikel is niet aan het dak zelf gesteld omdat de Europese klasseringsnorm voor daken EN 13501-5 alleen een brandklasse E kent en geen klasse A2. Het gaat in dit voorschrift alleen om dat deel van het dak dat in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied ligt.

##### **Tweede lid**

Op grond van de tweede lid behoeft 5% van de oppervlakte van de dakconstructie niet aan het voorschrift van het eerste lid te voldoen.

#### **Artikel 2.8**

Lid 1.

In een aan de buitenlucht grenzende zijde van een gedeeltelijk in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied te bouwen bouwwerk is geen in de veiligheidszone of het plasbrandaandachtsgebied gelegen doorgang aanwezig waardoor een vluchtroute voert.

Lid 2.

In een aan de buitenlucht grenzende zijde van een geheel in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied te bouwen bouwwerk is uitsluitend een van de basisnetroute afgekeerde doorgang aanwezig waardoor een vluchtroute voert.

#### *Toelichting Artikel 2.8*

Bij een incident met gevaarlijke stoffen dient voorkomen te worden dat personen gebruik moeten maken van vluchtroutes, zoals bedoeld in afdeling 2.12 van het Besluit, die uitkomen op het buitenterrein waar het incident zich voordoet.

##### **Eerste en tweede lid**

Het eerste lid stelt dat er geen uitgang waardoor een vluchtroute voert, gelegen mag zijn in een buitenzijde van een bouwwerk, die zich bevindt in de veiligheidszone of het plasbrandaandachtsgebied. Indien het bouwwerk zich in z'n geheel bevindt in de veiligheidszone of het plasbrandaandachtsgebied stelt het tweede lid dat zo'n uitgang in dat geval aan die zijde moet zijn gelegen die van de infrastructuur is afgekeerd. Het eerste en tweede lid betekenen niet dat er helemaal geen deuren aanwezig mogen zijn in de betreffende zijden van een bouwwerk. Zolang door deze deuren geen noodzakelijke vluchtroute voert als bedoeld in afdeling 2.12 van het Bouwbesluit 2012, zijn deze deuren wel toegestaan. Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk dat op de begane grond van een woning een tuindeur aanwezig mag zijn in de naar de infrastructuur toegekeerde zijde.

#### **Artikel 2.9**

Lid 1.

Voor een te bouwen bouwwerk dat gelegen is in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied zijn de voorschriften van afdeling 2.2 van het besluit van overeenkomstige toepassing

waarbij wordt uitgegaan van de buitenruimte als een subbrandcompartiment of brandcompartiment en een buitenbrandkromme volgens NEN-EN 13501-2.

Lid 2.

Na het ontstaan van brand in een veiligheidzone of plasbrandaandachtsgebied bezwijkt een boven die veiligheidszone of dat plasbrandaandachtsgebied te bouwen bouwconstructie niet binnen 90 minuten, bepaald volgens artikel 2.11 van het besluit en uitgaande van ontwerp-brandscenario's zoals bedoeld in paragraaf 2.2 van NEN-EN 1991-1-2.

#### *Toelichting Artikel 2.9*

##### **Eerste lid**

Het eerste lid bepaalt dat de eisen die het Bouwbesluit 2012 in afdeling 2.2 stelt aan de sterkte bij brand ook gelden bij een buitenbrand.

Evenals bij artikel 2.5 is hier er uit praktisch oogpunt voor gekozen om uit te gaan van de standaardbrandkromme voor een buitenbrand. Verder wordt er hierbij van uitgegaan dat de buitenruimte een subbrandcompartiment of brandcompartiment is. De tijdsduur waarbinnen een bouwconstructie niet mag bezwijken door brand zijn daarbij overeenkomstig afdeling 2.2 gerelateerd aan de gebouwhoogte.

##### **Tweede lid**

Het tweede lid geldt alleen voor bouwconstructies die geheel of gedeeltelijk over een plasbrandaandachtsgebied, veiligheidzone of basisnetroute heen worden gebouwd. Hierbij worden deze bouwconstructies van onderaf blootgesteld aan brand. Bij deze bouwconstructies is de tijdsduur waarbinnen de bouwconstructie niet mag bezwijken 90 minuten zodat gedurende deze langere tijd inzet door de hulpdiensten mogelijk is. In tegenstelling tot het eerste lid moet hierbij wel worden uitgegaan van de reële brandscenario's. Deze scenario's zullen per transportroute en bouwconstructie verschillen, en zijn ter goedkeuring van het bevoegd gezag.

#### **Artikel 2.10**

Een in een veiligheidzone te bouwen bouwwerk met een mechanisch ventilatiesysteem heeft een voorziening waarmee dat systeem bij een calamiteit handmatig kan worden uitgeschakeld.

#### *Toelichting Artikel 2.10*

Met een handmatig bedienbare voorziening kan het aanwezige mechanische ventilatiesysteem tijdelijk worden uitgeschakeld in het geval van een calamiteit waarbij giftige gassen zijn vrijgekomen. Bij aanwezigheid van een ruimte met een opstelplaats voor een elektriciteitsmeter heeft het de voorkeur de voorziening daar aan te brengen.

## Module 1 - C

### 1C.1 - Gelijkwaardigheid

Op de voorschriften uit de Regeling Bouwbesluit 2012 is ook het gelijkwaardigheidsbeginsel art. 1.3 Bouwbesluit 2012 van toepassing. Dit betekent dat de aanvrager het recht heeft een beroep te doen op gelijkwaardigheid en een oplossing toe te passen waarmee het beoogde doel van de wetgever ten aanzien van veiligheid wordt bereikt. Het oordeel over de voorgestelde gelijkwaardige oplossing ligt bij het bevoegd gezag.

#### **Bouwbesluit 2012 - Artikel 1.3. Gelijkwaardigheidsbepaling**

1. Aan een in hoofdstuk 2 tot en met 7 gesteld voorschrift hoeft niet te worden voldaan indien het bouwwerk of het gebruik daarvan anders dan door toepassing van het desbetreffende voorschrift ten minste dezelfde mate van veiligheid, bescherming van de gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en bescherming van het milieu biedt als is beoogd met de in die hoofdstukken gestelde voorschriften.
2. Een gelijkwaardige oplossing als bedoeld in het eerste lid wordt bij het gebruik van het bouwwerk in stand gehouden.
3. ... op het distributienet voor warmte als bedoeld in ...

#### **Toepassing van gelijkwaardigheid**

Als aangetoond kan worden dat met een andersoortige maatregel, of met een combinatie van maatregelen een gelijkwaardige bescherming wordt gerealiseerd, dan kan het bevoegd gezag besluiten hiervoor een omgevingsvergunning te verlenen. Het is echter aan de initiatiefnemer om aan te tonen dat er sprake is van gelijkwaardigheid.

Er zijn hierbij relevante aandachtspunten:

- De gelijkwaardige maatregelen worden niet in het bouwwerk zelf toegepast, maar vooral tussen de bron en het bouwwerk.
- De gelijkwaardige maatregelen worden mogelijk toegepast op het terrein van derden.

Dit betekent dat het voldoen aan artikel 1.3 van Bouwbesluit 2012, ofwel het borgen dat de voorziening in stand blijft, gecompliceerd kan zijn.

Bij het ontwerpen en het beoordelen van een gelijkwaardige oplossing is het vooral van belang het beoogde veiligheidsniveau van de wetgever te kennen. De prestatie-eisen uit de Regeling Bouwbesluit 2012 voor veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden zijn in sommige gevallen zodanig concreet, dat het wellicht lastig is om een gelijkwaardige oplossing hiervoor te bedenken.

De toelichting bij de Regeling Bouwbesluit 2012 geeft veelal een handvat waaruit de beoogde doelen van de wetgever kunnen worden herleid. De bescherming van de aanwezige personen en de vluchtveiligheid zijn daarin belangrijke doelen. Ook een adequaat repressief optreden door de brandweer is in sommige gevallen een doel van de wetgever.



<b>Nr.</b> <b>1C.1.1</b>	<b>Praktijkvoorbeeld</b> Bij de locatie op de foto is sprake van een aantal locatiespecifieke eigenschappen, die het effect van een plasbrand verminderen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• geluidsscherm</li> <li>• sloot</li> <li>• parallelweg</li> <li>• diepe sloot</li> <li>• maaiveld</li> <li>• afstand tussen de spoorstaaf en sloot is circa 14 meter</li> <li>• opvangcapaciteit vloeistof in sloten</li> <li>• afstand tussen de spoorstaaf en de woning is circa 27 meter</li> <li>• afstand tussen de plasbrand en de woning is circa 13 meter (circa 10 kW/m<sup>2</sup> warmtestraling op de gevel van de woning)</li> </ul>	
-----------------------------	---	--

Relevante vragen bij de bepaling van de gelijkwaardigheid zijn:

1. Op welke afstanden tot de beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten kan de brandbare vloeistof vrijkomen?
2. Kan het voertuig naast de (spoor)weg belanden?
3. Hoe ziet het ruimtelijke profiel eruit? Wat is het reliëf en zijn er obstakels die vloeistof kunnen keren?
4. Wat is de stromingsrichting van de vloeistof? Waar kan zich een plas vormen?
5. Zijn er elementen tussen de vloeistofplas en het te beschermen object die (extra) vuurbelasting kunnen genereren zoals bomen en struiken?
6. Als de vloeistof gaat branden, zijn er dan objecten aanwezig die het (beperkt) kwetsbare object afschermen van de warmtestraling?
7. Wat zal redelijkerwijs bij een plasbrand de warmtestraling op het (beperkt) kwetsbaar object zijn?
8. Welke aanvullende maatregelen zijn bij het beperkt kwetsbare of kwetsbare object te treffen?
9. Hoe is de vluchtveiligheid uit het beperkt kwetsbare of kwetsbare object geborgd?
10. Wat is de zekerheid dat de bepalende beschermende factoren aanwezig blijven en hoe is deze aanwezigheid eventueel juridisch te verankeren?
11. Hoe is de bereikbaarheid en bestrijdbaarheid voor de hulpdiensten geborgd?

## Module 2 - Normalisatie

Nr.	Onderwerp	Relevant voor nieuwbouw	Relevant voor bestaande bouw	Fase 2015	Relevant voor:
2A	1 NEN 6069	X			Brand
2B	1 NEN-EN 13501-1	X			Brand
	2 NEN-EN 13501-2	X			Brand
2C	1 NEN 2687			X	Toxisch

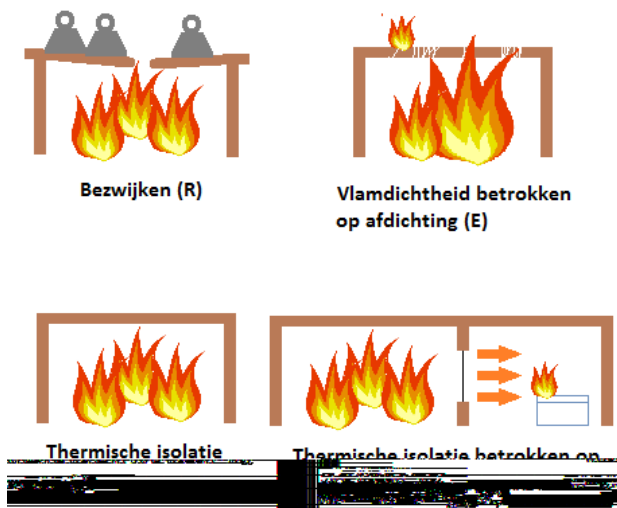
### Module 2 - A

#### 2A.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 vier criteria zijn in figuur 2A.1-1 toegelicht.



Figuur 2A.1-1 Beoordelingscriteria NEN 6069

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.

Tabel 2A.1-2 NEN 6069:2011 — Beoordelingscriteria per bouwdeel

Bouwdeel	criteria
<b>a</b>	<b>Binnenwanden rondom brandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d</b>
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>b</b>	<b>Bouwdelen rondom beschermde subbrandcompartimenten met uitzondering van f, aan te vullen met d</b> (R)EW
<b>c</b>	<b>Bouwdelen tussen een subbrandcompartiment en een andere besloten ruimte in hetzelfde brandcompartiment</b> (R)E
<b>d</b>	<p><b>Veilig vluchten</b></p> <p>De eisen voor veilig vluchten zijn aanvullende eisen en gelden alleen indien de criteria aan de wand op grond van andere eisen <b>EW</b> zijn. Indien de criteria <b>EI</b> zijn, gelden de aanvullende eisen in d.1 en d.2 niet.</p> <p>Indien tussen de ruimte waaruit wordt gevlucht en het trappenhuis een sluis aanwezig is, gelden deze eisen niet voor de scheidingsconstructie tussen de sluis en het trappenhuis.</p> <p><b>OPMERKING 1</b></p> <p>De combinatie van de criteria in a of b en d (<b>EW 60 + EI 15</b> of <b>EW 30 + EI 15</b>) is voldoende veilig indien mensen de ruimte niet meer dan 30 min hoeven te kunnen gebruiken.</p> <p><b>OPMERKING 2</b></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><b>OPMERKING 3</b></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 ( <b>EI 15</b> ). (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 ( <b>EI 15</b> ). (R)EI 15
<b>e</b>	<p>Bouwdelen tussen of in verkeersroutes met uitzondering van f</p> <p><b>OPMERKING</b></p> <p>Voor deze bouwdelen zijn nog geen criteria aangegeven. Deze worden bepaald in NEN 6069/A1 (in ontwikkeling).</p>

Bouwdeel		criteria
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
<b>f</b>	<p><b>Afschottingen</b></p> <p>Deel van de scheidingsconstructie boven het plafond of onder een verhoogde vloer, inclusief eventuele doorvoeringen.</p> <p><b>OPMERKING</b></p> <p>Boven een verlaagd plafond en onder een verhoogde vloer kan zich stof verzamelen zodat stofexplosies mogelijk zijn.</p>	(R)EI
<b>g</b>	<b>Doorvoeringen, naden, schachtwanden en schachtvloeren</b>	EI
<b>h</b>	<p><b>Buitenwanden</b></p> <p><b>OPMERKING</b></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>	
<b>i</b>	<b>Deurconstructies met uitzondering van c, e, f en j</b>	
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 <b>(R)EI</b> .	EI <sub>1</sub>
i.3	Deurconstructies met een breedte groter dan 6 m., in een wand met criteria <b>(R)EI</b> .	EI <sub>2</sub>
<b>j</b>	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 <b>(R)EI</b> .	EW +EI <sub>2</sub> 15
j.2	Glaspanelen in zijlichten met een maximale breedte van 1,5 m, in een wand met criteria <b>(R)EW</b> .	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.	
<b>k</b>	<b>Luiken met uitzondering van c en f, aan te vullen met d</b>	
k.1	Luiken met uitzondering van k.2.	EW
k.2	Schachtluiken en vloerluiken.	EI <sub>2</sub>
<b>l</b>	<b>Rookafvoerkanalen en rookleppen in RWA-installaties</b>	
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 <sub>600</sub>
<b>m</b>	<b>Vloeren met uitzondering van b en c</b>	REI
<b>n</b>	<p><b>Daken</b></p> <p><b>OPMERKING</b></p> <p>Voor daken is een klassering warmtestraling (W) niet mogelijk. Daarom zijn voor daken de criteria RE van toepassing.</p>	RE

## Module 2 - B

### 2B.1 - NEN-EN 13501-1

Doel van de Europese norm voor brandclassificatie van bouwproducten en bouwonderdelen, was het toepassen van één classificatiemethode voor alle landen die zijn aangesloten bij Comité Européen de Normalisation (CEN). De brandtesten die worden uitgevoerd op materialen zijn hierbij hetzelfde. De aangesloten landen kunnen hiermee de beproevingsresultaten uit andere landen accepteren. Bij de invoering van Bouwbesluit 2012 wordt deze norm aangestuurd voor nieuwbouw. Voor bestaande bouw is het nog steeds toegestaan producten te gebruiken die getest zijn conform de Nederlandse normen.

In de NEN-EN-13501 deel 1 worden de materialen ingedeeld volgens de hiernavolgende klassen:

Brandklasse:

- Onbrandbaarheid - Klasse A1 en A2;
- Vlamuitbreiding - Klasse B, C,D,E,F.

Rookontwikkeling:

- *Smoke* (s); s1, s2 en s3 - s1 geringe rookproductie, s3 grote rookproductie.

Brandende druppels en deeltjes:

- *Droplets* (d); d0, d1 en d2 - d0 geen brandende druppels/deeltjes, d2 deeltjes branden langer dan 10 seconden.

Voor vloeren wordt de brandklasse weergegeven met een 'fl' van *floor*. Daarbij is er geen klasse s3 voor een vloer toegestaan volgens Bouwbesluit 2012 en wordt er geen classificatie gegeven voor druppelvorming.

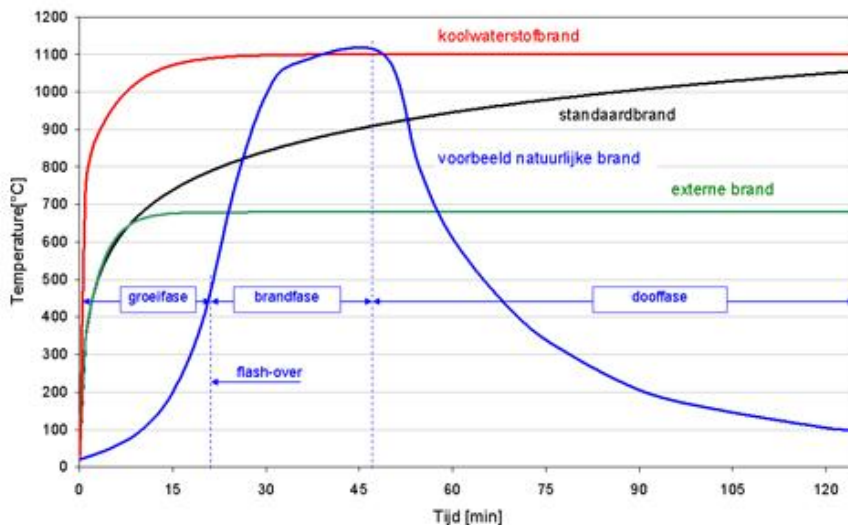
Leidingen worden aangeduid met een 'L' van *linear pipe insulation*.

Tabel 2B.1-1 Transponeringstabel Euroklassen NEN-EN 13501-1 versus brand- en rookklassen NEN 6065

Oud		Nieuw	
x		brandklasse A1 en A2	NEN-EN 13501-1
brandklasse 1	NEN 6065	brandklasse B	NEN-EN 13501-1
brandklasse 2	NEN 6065	brandklasse B	NEN-EN 13501-1
brandklasse 3	NEN 6065	brandklasse C	NEN-EN 13501-1
brandklasse 4	NEN 6065	brandklasse D	NEN-EN 13501-1
x		brandklasse E	NEN-EN 13501-1
x		brandklasse F	NEN-EN 13501-1
brandklasse T1	NEN 1775	brandklasse Cfl	NEN-EN 13501-1
brandklasse T3	NEN 1775	brandklasse Dfl	NEN-EN 13501-1
x		rookklasse s1	NEN-EN 13501-1
rookproductie met een rookdichtheid van ten hoogste 10 m <sup>-1</sup> of 5,4-1	NEN 6066	rookklasse s2	NEN-EN 13501-1
x		rookklasse s3	NEN-EN 13501-1
x		druppelvorming d0 t/m d2	NEN-EN 13501-1

## 2B.2 - NEN-EN 13501-2

De brandkromme waaraan de bouwconstructies in een veiligheidszone of plasbrandaandachtsgebied moeten worden blootgesteld is de standaardbrandkromme voor een buitenbrand uit de NEN-EN 13501-2. Dit wordt ook wel de externe brandkromme genoemd. De specifiek bij een plasbrand of ernstig incident optredende brandbelasting kan dus buiten beschouwing blijven. Deze aanpak maakt het mogelijk dat niet bij ieder bouwwerk een maatwerkbepaling nodig is en dat gebruik kan worden gemaakt van de bestaande gegevens van constructie onderdelen van uitwendige scheidingsconstructies.



Figuur 2B.2-2 Brandverloop buitenbrandkromme volgens NEN-EN 13501-2

$$T = 660 (1 - 0,687 e^{-0,32 t} - 0,313 e^{-3,8 t}) + 20$$

- $t$  is the time from the start of the test in minutes (min)
- $T$  is the mean furnace temperature in degrees Celsius (°C).

## Module 2 - C

### 2C.1 - NEN 2687:1989 nl Luchtdoorlatendheid van woningen - Eisen

De NEN 2687 wordt langzaam ingehaald door de bouwpraktijk. In het kader van duurzaam bouwen zijn veel woningen al vanzelfsprekend uitgevoerd met mechanische afvoer (natuurlijke toevoer of balansventilatie) om te voldoen aan de energieprestatienorm. Onderstaande tabel 2C.1-1 geeft inzicht in hoe deze informatie gebruikt kan worden.

Tabel 2C.1-1 Eisen NEN 2687

Soort bouw		NEN 2687
Woningbouw	Nieuwbouw	Ja
Woningbouw	Verbouw	Ja
Utiliteitsbouw	Nieuwbouw	Nee
Utiliteitsbouw	Verbouw	Nee
Utiliteitsbouw	Ombouwen naar woning(en)	Onder voorwaarden; het doel in deze NEN dient nagestreefd te worden. De haalbaarheid is vaak lastig.

De effectgebieden bij incidenten met giftige stoffen kunnen (zeer) groot zijn. Het is raadzaam om binnen een beleidsplan vast te leggen tot welke afstand het treffen van deze maatregelen overwogen moet worden (zie ook tabel 3.1.3).

Voor woningen kennen we NEN 2687:1989 nl Luchtdoorlatendheid van woningen - Eisen. Deze norm geeft eisen die aan de luchtdoorlatendheid van woongebouwen of woningen kunnen worden gesteld. Het gaat hierbij om alle niet met opzet in de omhulling van de woning of het woongebouw (gebouwschil) ontstane "ondichtheden". De norm is bedoeld om te worden toegepast op nieuwbouwwoningen.

#### Luchtdichtheidsklasse

NEN 2687 kent twee luchtdichtheidsklassen: klasse 1 en klasse 2. Klasse 2 is geldig voor gebalanceerde ventilatie, die een hogere luchtdichtheid nodig heeft. In de publicatie "Luchtdicht bouwen" (SBR 2009) wordt een klasse 3 geïntroduceerd onder andere bedoeld voor passiefhuis (woningen met een zeer laag energieverbruik).

Klasse 1:  $< 1,0 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$

Klasse 2:  $< 0,4 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$

Klasse 3:  $< 0,15 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$

Ventilatie van woningen wordt in belangrijke mate veroorzaakt door drukverschil over de gevel ten gevolge van winddruk en thermische trek. Gemiddeld veroorzaakt wind een drukverschil van  $3 \text{ Nm}^2$ . In combinatie met thermische trek kan dat oplopen tot  $5 \text{ Nm}^2$ .

Tabel 2C.1-2 Verschillende ventilatiesystemen

Toevoer	Afvoer	Natuurlijk	Mechanisch
Natuurlijk		A*	C
Mechanisch		B*	D (Balansventilatie)
Daarnaast is er nog systeem X: hybride systemen, die bestaan uit verschillende naast elkaar werkende systemen.			
* weinig toegepast			

In NEN 2687 is voor klasse 1 ook een minimale luchtdoorlatendheid opgenomen. Daarmee wordt voorkomen dat bij verkeerd gebruik van de ventilatiesystemen (uitzetten) onvoldoende lucht binnenkomt. Tot 500 m<sup>3</sup> is dat 30 dm<sup>3</sup>/s; erboven 50 dm<sup>3</sup>/s.

### Luchtlekken

Door luchtlekken te herkennen, vallen hierop afgestemde maatregelen te treffen. Relatief grote luchtlekken in de praktijk zijn:

- kierdichting ramen en deuren;
- aansluiting kozijnen/gevels;
- aansluitingen van daken op gevels en bouwmuren;
- aansluitingen met de begane grondvloer;
- daknokken;
- dakdoorvoeren;
- brievenbussen;
- hoekaansluitingen, onderlinge aansluitingen.

### Aandachtspunten (klasse 2)

- goed knevelende 2- en 3-puntssluitingen;
- manchetten ter plaatse van dak- en geveldoorvoeren;
- nastelbaar hang- en sluitwerk;
- waar mogelijk luchtdichtingen prefabriceren.

### Aandachtspunten (klasse 3) in aanvulling op klasse 2:

- eenzijdig afgeschuinde haakschoten hang- en sluitwerk;
- waar mogelijk naden /kieren afplakken;
- dubbele luchtdichtingen in draaiende delen van kozijnen;
- natte beglazing bij houten kozijnen en kwaliteitseisen bij kunststof en aluminium kozijnen;
- kabeldoorvoeren, leidingdoorvoeren, prefab manchetten gebruiken, afplakken en bij elektriciteitsbuizen ook in de buis afkitten;
- overlappen en aansluitingen van dampremmende folie afplakken;
- geen doorbrekingen dampremmende folie;
- gerichte controle van luchtdichtingen en controlemetingen (opblaasproef, infrarood).

### Afsluitbaarheid

In de meeste nieuwe situaties wordt momenteel mechanische ventilatie toegepast al dan niet met warmteterugwinning. Veel van deze systemen zijn niet uit te schakelen en of niet afsluitbaar. Daarmee wordt voorkomen dat de luchtkwaliteit binnen, door te weinig ventilatie, onaanvaardbaar verslechtert.

In geval van een giftige gaswolk is afsluitbaarheid echter wel wenselijk. In de brief aan de Tweede Kamer van 19 december 2008 (kenmerk DGM/RB 2008118215) geeft Minister Cramer van VROM aan dat systemen om die reden afschakelbaar moeten zijn. Omdat dan nog wel een open verbinding blijft bestaan tussen binnen en buiten moet in aanvulling daarop ook worden geëist dat de kanalen afsluitbaar zijn.

Indien een vorm van mechanische ventilatie wordt toegepast, is de actieve werking hiervan te onderbreken via een elektrische schakeling. Hierbij gelden voorwaarden:

- Goede toegankelijkheid in geval van calamiteit;
- Goede herkenbaarheid in geval van calamiteit;
- Instructies dat schakeling alleen bij calamiteiten gebruikt mag worden.



Met de prestatie-eis van artikel 2.10 uit de Regeling Bouwbesluit 2012 is invulling gegeven aan het beoogde veiligheidsniveau uit de brief van minister Cramer.

#### **Situering luchttoevoerpunten**

Een belangrijk kenmerk van een gaswolk is dat de wolk zich als wolk verplaatst met de wind. Dat impliceert dat een gebouw niet altijd geheel door de wolk omhuld zal zijn. In het algemeen zal een wolk afhankelijk van de windsterkte binnen één tot enkele uren zodanig zijn verplaatst of verdund dat het gevaar is afgenomen en ventilatie weer mogelijk is.

De plaats van de ventilatieopening is van belang voor de geboden bescherming. Er is altijd enige vertraging tussen het constateren van een dreigende giftige gaswolk en het afschakelen en afsluiten van een ventilatiesysteem. Het slim plaatsen van de toevoervoorziening kan die vertraging opvangen. De keuze van de plaats zal altijd van de incidentlocatie af gericht moeten zijn. In de regel is een hoge plaatsing te verkiezen boven een lage. Voorts kan in overweging worden genomen om twee inlaatopeningen te realiseren die afzonderlijk afsluitbaar zijn.

## Module 3 - Warmtestraling

Nr.	Onderwerp	Relevant voor nieuwbouw	Relevant voor bestaande bouw	Fase 2015	Relevant voor:
3A	1 Warmtestraling bij een plasbrand	X			Brand
3B	1 Warmtestraling op glasdelen	X			Brand
	2 Spiegeldraadglas		X		Brand
	3 Glazen bouwstenen	X			Brand
3C	1 Warmtestraling op vluchtende personen	X			Brand

## Module 3 - A

### 3A.1 - Warmtestraling bij een plasbrand

Wanneer een zeer brandbare vloeistof uit een tank lekt en in brand raakt, ontstaat een plasbrand. Hoe groter het oppervlak van deze plas, hoe korter de brandduur, maar ook hoe verder de warmtestraling reikt en hoe schadelijker het effect kan zijn.

Het gevaar van een plasbrand is dat door warmtestraling onbeschermden personen overlijden dan wel verwond kunnen worden. Een tweede gevaar is het overslaan van brand, doordat de plasbrand constructies (of ketelwagons) in de omgeving verwarmt waardoor een secundaire brand of een domino effect kan ontstaan.

De schade kan beperkt worden door het verminderen van het oppervlak van de plas, het treffen van maatregelen waardoor de brandende plas zich niet kan verplaatsen richting kwetsbare objecten, dan wel door het treffen van hittebestendige voorzieningen of hittebestendige gevels. De nadelige effecten van plasbranden hebben in vergelijking met andere incidenten een kort bereik, en maatregelen zijn naar verhouding het meest kosteneffectief.

Op basis van tabel 3A.1-1 kan geschat worden wat de warmtestraling is:

Tabel 3A.1-1 Warmtestraling en de afstand tot de plasbrand

Spoor		Weg	
Afstand vanaf plasrand <sup>1</sup> [m]	Warmtestraling [kW/m <sup>2</sup> ]	Afstand vanaf plasrand <sup>1</sup> [m]	Warmtestraling [kW/m <sup>2</sup> ]
2,5	15	1	15
5	13	12	10
13	10	25	7,5
36	5	45	5
Voorbeeldstof heptaan; straal 14 m, oppervlakte 600 m <sup>2</sup> Berekening bij weerklassen D5 [bron: IPO11 - mrt. 2011]		Voorbeeldstof heptaan; straal 23 m, oppervlakte 1650 m <sup>2</sup> , weerklassen D5 [bron: IPO11 - mrt. 2011]	
De tijdsduur van de brand wordt gelimiteerd door de tankinhoud. Ter indicatie kan worden uitgegaan van een brandduur van circa 15 minuten.			
1. Plasbegrenzing			

Tabel 3A.1-2 Gevolgen voor personen bij verschillende warmtestraling

Warmtestraling	Gevolg
3 kW/m <sup>2</sup>	gewond
10 kW/m <sup>2</sup>	1% kans op dodelijk letsel, afhankelijk van blootstellingsduur.
35 kW/m <sup>2</sup>	100% kans op dodelijk letsel
Voor de berekening van de warmtestraling wordt gebruikgemaakt van de PGS 1. Voor de blootstellingstijd wordt uitgegaan van 20 seconden conform PGS 3. Dit betreft personen die buiten verblijven.	

## Module 3 - B

### 3B.1 - Warmtestraling op glasdelen

Indien bij een incident warmtestraling vrijkomt, is het van belang dat een persoon veilig kan vluchten of kan verblijven. Hierbij dient dus niet alleen voorkomen te worden dat personen op directe wijze te veel straling ontvangen, maar ook dat door een te hoge warmtestraling binnen de verblijfsruimte nieuwe brandhaarden ontstaan.

Voor een incident met een kortdurende warmtebelasting (bijv. een plasbrand) waarbij geen sprake is van drukeffecten, zijn de volgende vuistregels te geven:

1. Bij een gevel die, van buiten naar binnen, integraal 60 minuten brandwerend is (dus incl. de brandwerendheid van (gesloten) ramen en deuren), kan verondersteld worden dat deze een afdoende bescherming biedt, mits de glasdelen afgestemd zijn op de mogelijk te verwachten warmtestraling (zie 3).

Indien een gevel deze brandwerendheid van 60 minuten niet kan bieden is relevant dat:

2. Een knelpunt ontstaat als de temperatuur van de gevel aan de binnenzijde gemiddeld over het oppervlak meer dan 140 °C oploopt.
3. Het type glas moet afgestemd zijn op de warmteflux (=combinatie van stralings-warmte en convectie) die kan optreden. Op 1 meter achter het glas mag de warmtestraling niet meer dan 15 kW/m<sup>2</sup> bedragen.

Glasdelen dienen altijd in relatie tot het kozijn en de aanwezige detaillering beschouwd te worden.

### 3B.2 - Spiegeldraadglas

Draadglas is glas waarbij een draadnet tijdens de productie in de hete glasmassa is gedrukt. De brandwerendheid van dit glas bedraagt niet meer dan 1 minuut (1 á 2 minuten hooguit). Het verschil met normaal glas is echter dat als het glas door de straling knapt de scherven bij elkaar worden gehouden.

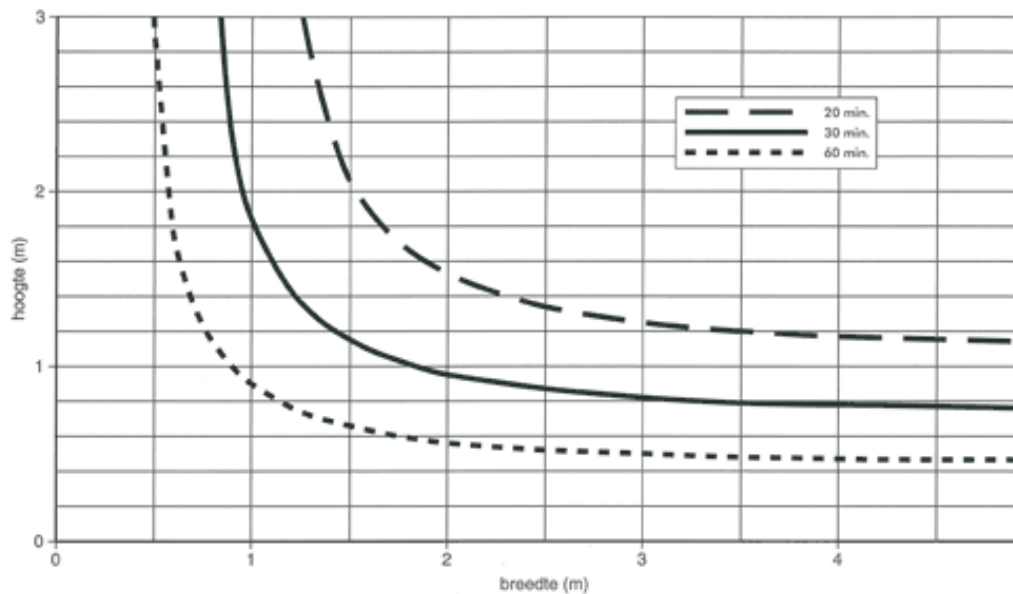
Spiegeldraadglas kan niet gebruikt worden bij nieuwbouw. Echter, het kan in bestaande situaties zijn toegepast.

Afhankelijk van de afmetingen van het glas kan het een brandwerendheid (thermische isolatie) tot 20, 30 of 60 minuten realiseren. Het glas dient echter wel getest te zijn door de fabrikant.

Richtlijn:

- maximaal 1,7 m<sup>2</sup> voor 30 minuten brandwerendheid;
- maximaal 0,9 m<sup>2</sup> voor 60 minuten brandwerendheid.

De montage van het glas dient correct te zijn uitgevoerd om deze brandwerendheid te kunnen halen.



Figuur 3B.2-1 Maximale afmetingen van spiegelraadglas voor een brandwerendheid van 30 minuten (stralingscriterium W) [Bron: kenniscentrum glas]

### 3B.3 - Glazen bouwstenen

Er zijn speciale brandwerende glazen bouwstenen in de handel tot 90 minuten brandwerendheid. De normale glazen bouwstenen geven echter ook een (beperkte) bescherming bij brand. Een wand opgebouwd uit een enkele laag glazen bouwstenen kan een brandwerendheid van 20 minuten op het criterium afdichting realiseren. De brandwerendheid betrokken op thermische isolatie bedraagt maximaal 13 minuten.

## Module 3 - C

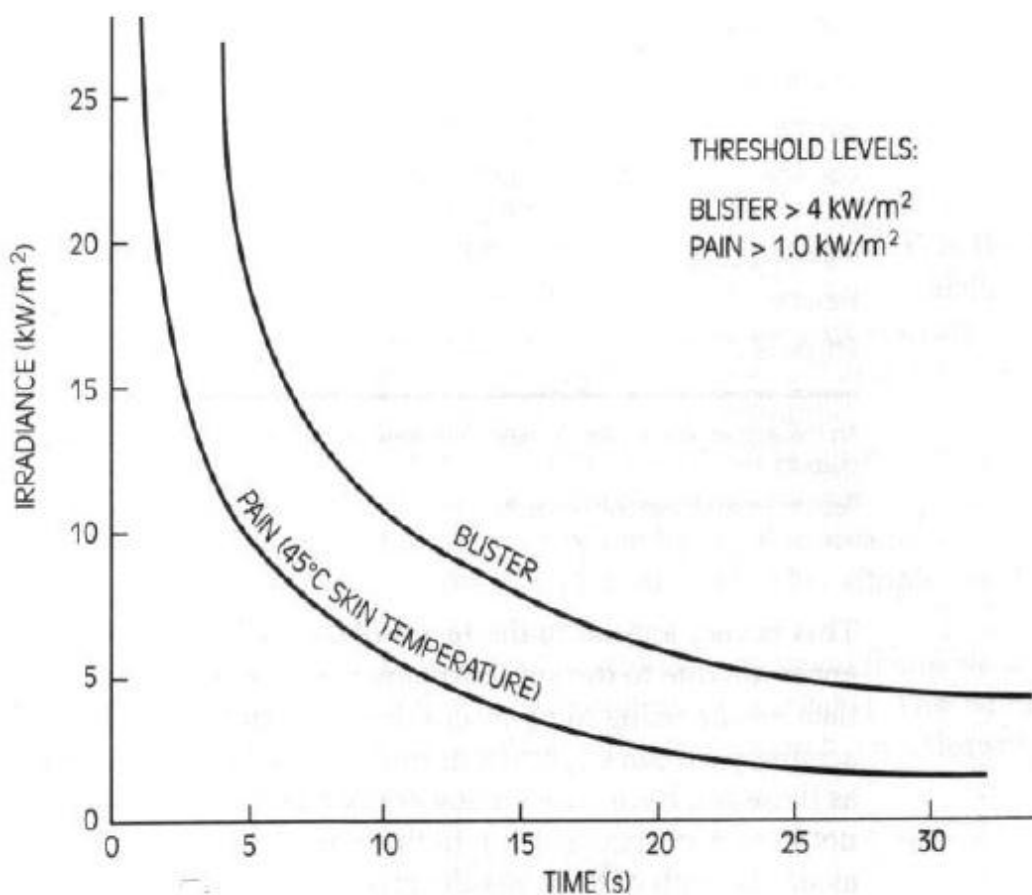
### 3C.1 - Warmtestraling op vluchtende personen

Bij een calamiteit is ten minste één vluchtroute aanwezig om de calamiteit tot op grote afstand te kunnen ontvluchten, waarvoor geldt dat de berekende stralingsflux op de huid tot  $2,5 \text{ kW/m}^2$  bij onbeperkte blootstelling aanvaardbaar wordt geacht (geen snelle pijn of verbranding).

Vanuit Bouwbesluit 2012 art. 2.107 lid twaalf (toelichting) is gesteld dat voor de grenswaarden waarbij het verblijven in die ruimte nog juist mogelijk is, verwezen wordt naar het TNO Bouw rapport 1997-CVB-R0883 waarin als veilige waarden worden aangehouden:

- Een stralingsflux niet groter dan  $1 \text{ kW/m}^2$

$1 \text{ kW/m}^2$  is te vergelijken met een tropische zon. Voor vluchten worden minder strenge criteria worden gehanteerd. In de praktijk, waaronder bijvoorbeeld het aanbrengen van vluchtwegbeveiliging, hanteert men hiervoor de grenswaarde  $2,5 \text{ kW/m}^2$ . In dit geval levert een verblijf van enkele minuten nog steeds geen brandwonden op. Daarbij wordt in het geval van vluchten er vanuit gegaan dat men slechts kortdurend wordt blootgesteld aan deze conditie.



Figuur 3C.1-1 Gevolgen bij blootstelling aan staling [bron: "Principles of Fire Behavior" door James G. Quintiere]

## Module 4 - Praktische vertaling naar voorzieningen

Nr.	Onderwerp	Relevant voor nieuwbouw	Relevant voor bestaande bouw	Fase 2015	Relevant voor:
4A	1 Glas	X		X	Brand en Druk
4B	1 Gevel	X		X	Brand en druk
4C	1 Dak	X			Brand

### Module 4 - A

#### 4A.1 – Glas

##### Eigenschappen

Glas is in veel gevallen de zwakste schakel bij zowel thermische belasting in de vorm van een warmteflux als bij een drukgolf bij een BLEVE. De informatie over het gedrag van glas bij de belastingen zoals die zich voordoen bij calamiteiten met gevaarlijke stoffen is echter zeer beperkt en in sommige gevallen verouderd. Op dit punt is op fundamenteel niveau nader onderzoek noodzakelijk om een beter onderbouwd beeld te vormen van effectieve maatregelen.

##### Gedrag bij thermische belasting

In principe bestaan er diverse typen brandwerend glas met een verschillende inwerking op de doorgelaten straling:

- Brandwerend glas dat alleen vlamdicht blijft, bijvoorbeeld aangeduid met de Europese klassering: E30. Dit houdt de straling niet tegen. Een klassiek voorbeeld is spiegelraad glas. De '30' staat voor de tijdsduur in minuten dat het glas een standaardbrand kan weerstaan volgens het criterium afdichting.
- Brandwerendheid glas dat opschuimt na verhitting (gelaagd glas met een interlayer die opschuimt) en daardoor de straling tegenhoudt, bijvoorbeeld aangeduid met EW60. In relatie tot externe veiligheid is de relatief lange opschuimtijd relevant. Deze tijd is te lang bij een BLEVE (waarbij de warmteflux immers in minder dan een seconde plaatsvindt) en ook vaak te lang bij een plasbrand, waarvan de duur circa 15 minuten bedraagt.
- Brandwerendheid glas dat voorzien is van een speciale coating (gehard glas met coating) en daardoor de straling direct tegenhoudt, voorzien van dezelfde aanduiding bijvoorbeeld EW60.
- Brandwerend glas dat niet alleen de straling tegenhoudt, maar ook aan de niet-verhitte zijde laag in temperatuur blijft, bijvoorbeeld EI60 beglazing. Hiervoor mag verondersteld worden dat het veiliger is dan EW60 beglazing.
- In het kader van veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden is in principe een enkelzijdige brandwerendheid voldoende (richting: buiten naar binnen)

Afhankelijk van het doel kan dus een brandwerende glassoort gekozen worden die intact blijft, of een soort die ook nog de straling tegenhoudt. Als dit laatste ook van belang is, en bij de

scenario's sprake is van een instantane brandontwikkeling, waarbij ineens een hoge straling op het (eerst nog koude) brandwerend glas valt, dan moet worden geadviseerd geen opschuimende maar een gecoate brandwerende beglazing (ruit inclusief kozijnaansluiting) toe te passen.

Aanvullende bescherming kan verkregen worden via 'insectscreens'. Deze kunnen circa 21% reductie geven voor de invallende straling. Dergelijke schermen zouden mogelijk ook een maatregel kunnen zijn bij kleine overschrijdingen van de toelaatbare grenswaarde.

De PGS 1b stelt dat 4 kW/m<sup>2</sup> kritisch is voor glas. Op basis van nieuwe inzichten wordt deze informatie als conservatief beoordeeld<sup>1</sup>.

Uit literatuur<sup>2</sup> vallen de volgende kernpunten af te leiden:

- glas laat ca. 66% van de warmtestraling door. Hieruit is al af te leiden dat de PGS waarde van 4 kW/m<sup>2</sup> mag worden verhoogd tot 6 kW/m<sup>2</sup>;
- bij dubbel glas wordt het deel van de straling dat door de eerste ruit wordt doorgelaten ook door de tweede ruit doorgelaten die dus niet snel opwarmt of bezwijkt. De eerste ruit laat vooral zichtbaar licht en het dichtbij infrarood door, straling met andere golflengten verwarmt de eerste ruit en bereikt de tweede ruit dus niet direct (pas na het breken en uit het kozijn vallen);
- de thermische belasting (straling of temperatuur) waarbij een ruit barst of breekt is geen vaste waarde, maar afhankelijk van allerlei specifieke omstandigheden; voor een bepaald type glas is bijvoorbeeld het verband gelegd tussen de kans op breken en de temperatuur. De meeste andere proeven geven geen statische informatie maar waarden die van proef tot proef wat uiteenlopen.

Verder wordt een belangrijk onderscheid gemaakt tussen

- het barsten van glas. Dit treedt op bij een beperkte warmtebelasting, maar het glas blijft in de kozijnspanning zitten en valt er niet uit, totdat de belasting ruim hoger is.
- het breken van de ruit zodat openingen ontstaan. Bij brandproeven (zonder extra drukgolven of iets dergelijks) is dit vooral van belang, niet alleen vanwege het verdwijnen van de beschermende werking van de beglazing maar vooral voor de hoeveelheid zuurstof die bij een brand in het gebouw kan komen (belangrijk voor realistische modellering van branden).

Een onderscheid is gemaakt tussen:

- enkel glas
- dubbel glas
- thermisch gehard glas

---

1. Deze PGS is zeer waarschijnlijk een overdruk van een TNO publicatie van rond 1990 van ir. L. Twilt, toenmalig hoofd van TNO Centrum voor Brandveiligheid (nu: Efectis). De bron voor analyse van de sterkte van glas is een publicatie uit 1972(!) Het is voorstelbaar dat deze bron summier en/of achterhaald is. Bovendien wordt conservatief uitgegaan van 100% warmteabsorptie door glas. Mede daarom is deze waarde van 4 kW/m<sup>2</sup> ook te conservatief.

2. V. Babrauskas (een gerenommeerd deskundige binnen de brandveiligheid, auteur van o.a. NFPA Ignition Handbook) inzake proeven tussen 1988 en 2005. Gesteld wordt dat in feite de raamafmetingen, het kozijn type, de glasdikte en de glas defecten invloed zullen hebben op het gedrag bij blootstelling aan een thermische belasting. Het artikel geeft korte samenvattingen en waardevolle aanvullende informatie.

Voor andere glassoorten zoals polycarbonaat, beglazingen voor voertuigen etc. zijn beperkt gegevens voorhanden, deze zijn hier buiten beschouwing gelaten. Op grond van de in het artikel genoemde referenties wordt geconcludeerd dat<sup>3</sup>

- enkel glas barst vanaf 9 kW/m<sup>2</sup>; de waarschijnlijkheid van breken (en uit het kozijn vallen) is groot bij 35 kW/m<sup>2</sup>;
- dubbel glas kan 25 kW/m<sup>2</sup> weerstaan zonder breken;
- thermisch gehard glas kan ca. 43 kW/m<sup>2</sup> weerstaan.

Steeds moet de balans tussen warmtewering en de kans op breuk worden gezocht. Aannemend dat ca. 2/3 van de invallende warmtestraling door het glas wordt doorgelaten, en een maximale stralingsflux van 15 kW/m<sup>2</sup> wordt toegestaan, is dus voor dubbel en voor gehard glas een stralingsflux ten hoogste 45 kW/m<sup>2</sup> toelaatbaar. Omdat breuk kan optreden bij ca. 43 kW/m<sup>2</sup> is deze waarde echter maatgevend<sup>4</sup>.

### **Gedrag bij een drukgolf**

Of beglazing weerstand kan bieden aan een drukgolf, wordt onder meer bepaald door de volgende factoren:

- het glasoppervlak (lengte/breedte verhouding).
- de wijze waarop de druk kan worden doorgegeven aan de constructie (van glas naar het kozijn en van het kozijn naar de muur en vervolgens de hoofdconstructie).
- de dikte van het glas
- het soort glas

Er bestaat veel kennis is over het weerstaan van drukgolven ten gevolge van windbelasting. Maar, er is weinig bekend over het weerstaan van een impulsachtige drukgolf ten gevolge van een explosie. Windbelasting wordt berekend volgens de Nederlandse norm NEN 2608. Deze norm is niet geschikt voor impulsbelasting. De berekeningen van de opneembare explosiebelasting in deze catalogus zijn gebaseerd op de in PGS 1 deel 2B<sup>5</sup>. De rekenresultaten conform de NEN 2608 en de PGS1 deel 2B vertonen sterk afwijkende resultaten<sup>6</sup>.

Uit literatuur en uit de berekeningen blijkt dat enkel glas vanaf ca. 2kN/m<sup>2</sup> kan breken. Wanneer de afmetingen beperkt worden tot 1,5 m<sup>2</sup> en de glasdikte 6 mm bedraagt, kan enkelglas ca. 5 kN/m<sup>2</sup> weerstaan.

Voor warmte- en/of geluidsisolatie wordt vaak dubbel glas toegepast. De weerstand tegen explosiebelastingen is hier groter. Een berekeningsmethode voor de sterkte van dubbelglas, waarbij een van de glasvlakken bestaat uit gelamineerd glas is (nog) niet bekend. Bij de berekeningen van de verschillende geveltypen is als basis 6+6 mm glas gekozen.

---

3. De genoemde niveaus gelden hier ter plaatse van het raam.  
4. Opgemerkt wordt dat hier ook nog veel kennis ontbreekt. Een rekenmethode voor bijv. de drukbelasting van gelamineerd glas is niet aangetroffen.  
5. Deze methode is gebaseerd op explosieproeven op glaspanelen.  
6. In Amerikaanse literatuur zijn de glasoppervlakken bij explosiebelastingen beperkt tot 3,0 m<sup>2</sup>. Om hiermee aansluiting te krijgen zijn de glasoppervlakken in dit rapport eveneens beperkt tot 3,0 m<sup>2</sup>.



Tabel 4A.1-1 Wegvervoer stofcategorie LF1 en LF2

Afstand tot plasrand (m)	Warmteflux (kW/m <sup>2</sup> )	Maatregel
> 12	< 9	Enkel glas binnen 12 meter te vervangen
> 0	< 25	Dubbel glas blijft onbeschadigd
> 0	< 43	Thermisch gehard glas blijft onbeschadigd

Omdat het tegenwoordig gangbaar is om dubbel glas bij nieuwbouw toe te passen, kan op grond van de tabellen 6.2 a en b geconstateerd worden dat dan geen aanvullende maatregelen nodig zijn.

## Module 4 - B

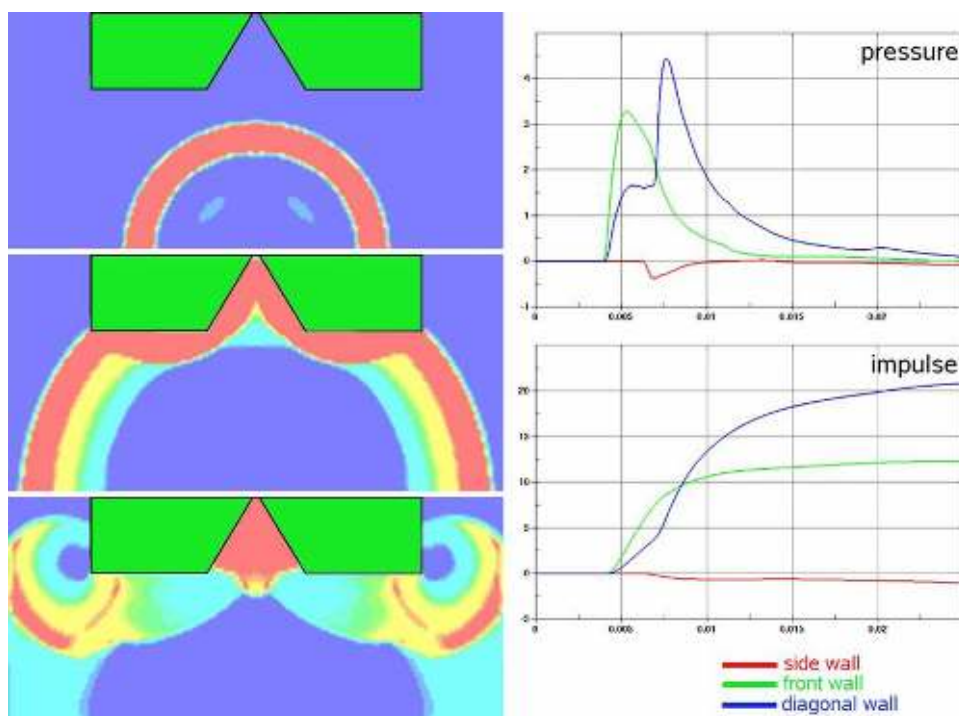
### 4B.1 – Gevel [8]

#### Uitgangspunten berekeningen

Gebouwen hebben in principe geen vaste vorm of plattegrond. De gevels van gebouwen zijn eveneens zeer divers. De toegepaste gevelmaterialen, het aantal en de vorm van de gevelopeningen, de hellingshoek van de gevel etc. staan niet vast. Ditzelfde geldt ook voor daken. Om toch een aanzet te kunnen geven welke maatregelen genomen zouden kunnen worden genomen om de externe veiligheid te kunnen waarborgen is het aantal gebouwwormen begrensd en zijn maar een paar geveltypen nader beschouwd. Hiermee is wel een basis gelegd voor nadere uitwerking in vervolgstudies.

#### Gebouwworm

De drukbelasting op de gebouwen is mede afhankelijk van de vorm van het gebouw. Een rond gebouw kan makkelijker drukbelastingen weerstaan. Tussen gebouwen die aan weerszijden van de transportas parallel tegenover elkaar staan kunnen reflectiegolven optreden t.g.v. explosiebelastingen. Gebouwen in een V-vorm, waarbij de open zijde naar de transportas gericht is hebben een ongunstige vorm. Al deze effecten zijn niet in ogenschouw genomen.



Figuur 4B.1-1 Drukbelasting afhankelijk van gebouwvorm [bron: R. Müller / M. Wagner – "Computation of Blast Resistant Windows and Facade Constructions"]

### Gevels en gevelonderdelen

Bij de bepaling van de te nemen bouwkundige maatregelen is uitgegaan van de gevel. Achtergrond voor deze keuze is de verwachting dat de gevel het meest zwakke onderdeel is bij de opname van belastingen ten gevolge van externe veiligheid. De hoofdconstructie van een gebouw is bestand tegen vele belastingen en kan makkelijker geschikt gemaakt worden om ook de belastingen op te nemen vanuit externe veiligheid. De gevels hebben als functie de gebruikers van een gebouw tegen de weersinvloeden te beschermen en zijn vaak alleen maar bestand tegen een windbelasting.

### Gevels van metselwerk

Veel woningen worden voorzien van gemetselde wanden. Voor de berekening wordt vaak gebruik gemaakt van de NPR 6791 Steenconstructies, eenvoudige ontwerpregels. Aan de hand van deze richtlijn, de voorwaarden vanuit het bouwbesluit betreffende verdiepingshoogten, CUR aanbeveling 71 en praktijkgegevens worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Maximale nokhoogte 9,0 m boven ingang woning
- Maximale hoogte per bouwlaag 2,8 m
- De op de wanden opgelegde vloeren hebben een maximale overspanning van 7,0 m (h.o.h 7,0 m is er dus een stabiliteitswand)
- Woningdiepte 9,0-10,0 m
- Spouwbladen worden op vloerhoogte horizontaal gesteund (op te nemen kracht in grenstoestand 2,5 kN/m voor woningen en 3,0 kN/m voor woongebouwen)
- Spouwbreedte maximaal 150 mm

Bij de berekening van spouwmuren met minimaal een binnenblad van kalkzandsteen zijn dezelfde uitgangspunten aangehouden.

Bij utilitaire bouwwerken komen grotere verdiepingshoogten voor. Als bovengrens in deze studie is 4,2 m gekozen. Uit de berekeningen blijkt dat bij deze hoogte een binnenblad van kalkzandsteen nog beperkt drukbelastingen kan opnemen, die hoger zijn dan de windbelastingen. Voor utilitaire bouwwerken worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Maximale hoogte per bouwlaag 4,2 m;
- Aangehouden stramienmaat 7,2 m;
- Minimaal glasoppervlak per 7,2 m is 3,0 m<sup>2</sup>;
- Gebouwdiepte minimaal 14,4 m;
- Spouwbladen worden op vloerhoogte horizontaal gesteund;
- Stabiliteitsvoorzieningen haaks op de transportas maximaal 21,6 m hart op hart.

Het buiten- en binnenblad van spouwmuren kunnen gesteund of niet gesteund worden door de verdiepingsvloeren. Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat in elk geval het binnenblad gesteund wordt. Gezien de te verwachten belastingen is een verankering van het buitenblad veel moeilijker te realiseren. Bovendien worden de kozijnen op het binnenblad vastgezet, zodat dit blad in elk geval verankerd moet zijn aan de vloeren om de drukbelasting vanuit de ramen door te kunnen geven aan de hoofd draagconstructie.

Het verschil tussen de het wel of niet verankeren van het buitenblad blijkt na berekening in het geval van externe veiligheid verwaarloosbaar te zijn. Bij de bepaling van de opneembare drukkracht is rekening gehouden met de verzwakking door een beperkt aantal raam- en deuropeningen. De berekende waarden zijn gedeeld door een factor 1,3 om deze verzwakking mee te nemen. Tevens is de dynamische factor bepaald. Deze blijkt in een aantal gevallen bijna een waarde 2 te kunnen bereiken. In deze studie zijn de berekende waarden door een factor 2 gedeeld om de opneembare belasting te kunnen bepalen.

#### **Gevels met betonnen binnenspouwblad**

Zowel in de woningbouw als in de utiliteitsbouw komen betonnen binnenspouwbladen voor. De opname van de drukbelasting wordt volledig door het binnenspouwblad opgenomen. Bij de bepaling van de opneembare drukbelasting zijn dezelfde uitgangspunten gebruikt als bij de gemetselde varianten. Voor de verdiepingshoogte 2,8 m is bij de bepaling van de opneembare druk rekening gehouden met de factor 1,3 voor verzwakkingen door ramen en 2,0 voor de dynamische effecten.

Bij een bouwlaaghoogte van 4,2 m zijn een aantal varianten doorgerekend met als uitgangspunt de opneembare belasting op de gekozen glasafmetingen. De betonconstructie is ontworpen om deze belasting op te kunnen vangen. Bij het bepalen van de opneembare druk is daarom uitsluitend met een factor 2,0 voor dynamische effecten gerekend.

### Opneembare krachten op betonnen binnenbladen met sparingen

Tabel 4B.1-1 Opneembare druk bij verschillende dikte binnenbladen

Bouwlaaghoogte [m]	Materiaal	Dikte binnenblad [mm]	Opneembare druk [kN/m <sup>2</sup> ]
2,8	metselwerk	100	0,50
	metselwerk (gelijmd)	100	0,65
	kalkzandsteen	300	3,0
	beton	100	9,0
	beton	200	21,0
4,2	beton	300	30,0
	kalkzandsteen	300	1,3
	beton	100	4,0
	beton	200	9 - 17
	beton	300	15 - 40

### Glas

De opneembare drukbelasting voor glas hangt niet alleen af van de breuksterkte en dikte van de ruit. De lengte/breedte verhouding speelt eveneens een rol.

De berekeningen voor de opneembare explosiebelasting zijn gebaseerd op de in PGS 1 deel 2B gepresenteerde methode. Deze methode is gebaseerd op explosieproeven op glaspanelen. Normaliter worden verticaal geplaatste ruiten in buitengevels berekend volgens de Nederlandse norm NEN 2608. Deze norm is gebaseerd op het weerstaan van windbelastingen en vertoont sterk afwijkende rekenresultaten met de gehanteerde methode volgens PGS1 deel 2B.

In Amerikaanse literatuur worden de glasoppervlakken bij explosiebelastingen beperkt tot 3,0 m<sup>2</sup>. Om hiermee een aansluiting te verkrijgen zijn de glasoppervlakken in dit rapport eveneens beperkt tot 3,0 m<sup>2</sup>.

Uit literatuur en uit de berekeningen blijkt dat enkel glas vanaf ca. 2 kN/m<sup>2</sup> kan breken. Wanneer de afmetingen beperkt worden tot 1,5 m<sup>2</sup> en de glasdikte 6 mm bedraagt kan enkelglas ca. 5 kN/m<sup>2</sup> weerstaan.

Voor warmte- en/of geluidsisolatie wordt vaak dubbelglas toegepast. De weerstand tegen explosiebelastingen is veel groter.

Een berekeningsmethode voor de sterkte van dubbelglas, waarbij een van de glasvlakken bestaat uit gelamineerd glas is (nog) niet bekend.

Bij de berekeningen van de verschillende geveltypen is als basis dubbelglas 6+6 mm gekozen.

Tabel 4B.1-2 Opneembare explosiebelasting bij verschillende glasdiktes

	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Glasdikte 1 [mm]	Glasdikte 2 [mm]	Opneembare explosiebelasting [kN/m <sup>2</sup> ]
Enkelglas	3,0	4	0	2,5
	1,5	4	0	5,0
	0,5	4	0	14,5
	0,5	6	0	22,0
Dubbelglas	3,0	4	4	4,4
	3,0	4	6	7,7
	3,0	6	6	8,7
	1,5	4	6	15,5
	1,5	6	6	17,6
	0,5	4	6	35,3
	0,5	6	6	40,7

Volgens de Amerikaanse norm UFC 4-010-01 "DoD Minimum Antiterrorism Standard voor Buildings" moeten glaspanelen bestaande uit gelamineerd glas (2x 3 met 0,75 mm tussenlaag van polyvinyl-butylal) of dubbelglas met het binnenpaneel bestaande uit gelamineerd glas bestand zijn tegen de volgen de belastingen:

Tabel 4B.1-3 Eisen aan gelamineerd (dubbel)glas

Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Opneembare statische belasting [kN/m <sup>2</sup> ]
Tot 1,0	75
1,0 – 3,0	30

Europese norm voor veiligheidsbeglazing (ruitafmeting maximaal 900 x 1100 mm)  
Maximaal opneembare druk volgens NEN-EN 13541:

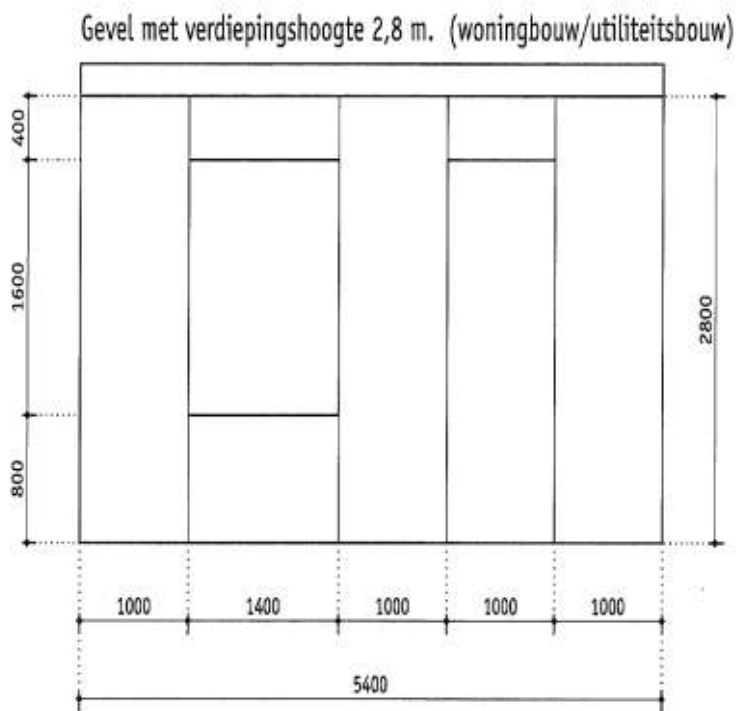
Tabel 4B.1-4 Europeese eisen aan veiligheidsbeglazing

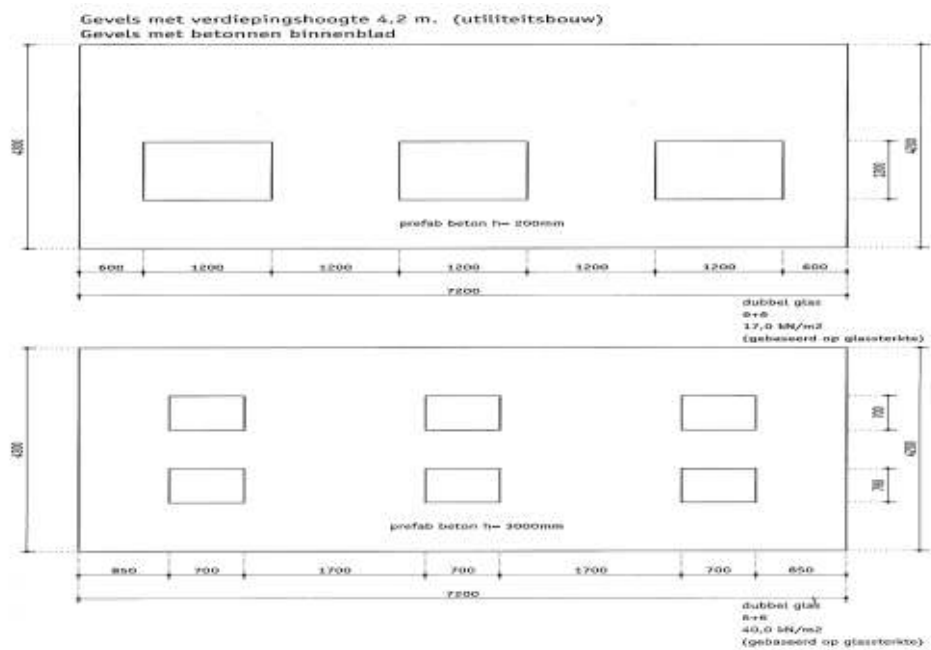
Classificatie	Opneembare druk [kN/m <sup>2</sup> ]	I kN/m <sup>2</sup> ms	T ms
ER 1	50 kN/m <sup>2</sup> – 100 kN/m <sup>2</sup>	370 – 900	≥ 20
ER 2	100 kN/m <sup>2</sup> – 150 kN/m <sup>2</sup>	900 – 1500	≥ 20
ER 3	150 kN/m <sup>2</sup> – 200 kN/m <sup>2</sup>	1500 – 2200	≥ 20
ER 4	200 kN/m <sup>2</sup> – 250 kN/m <sup>2</sup>	2200 – 3200	≥ 20

In de literatuur is zijn proefresultaten beschreven op vensters met een glasafmeting 803 x 1379 mm, gemonteerd in een betonnen constructie die een piekdruk van 109 kN/m<sup>2</sup> en impuls van 450 Pa.s weerstonden (gegevens Oskomera).

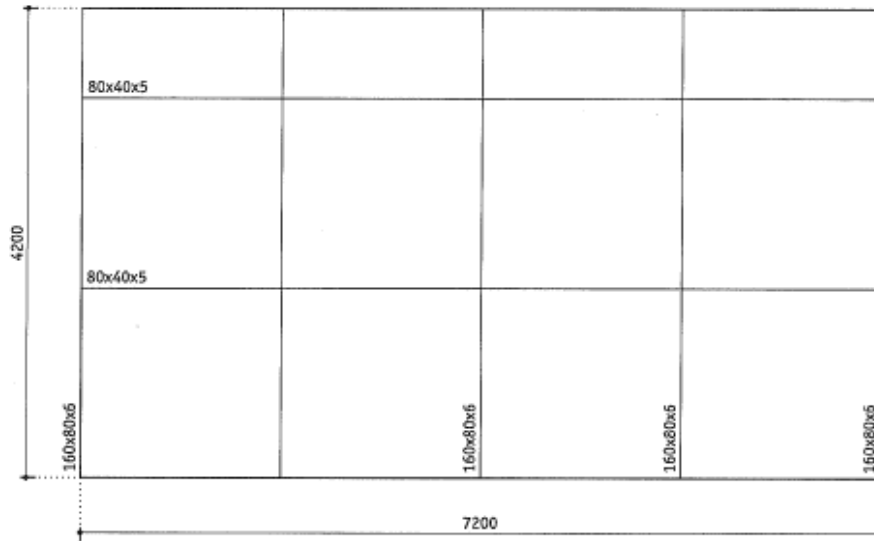
Figuur 4B.1-2 Gevels tbv. Voorbeeldberekeningen:

## Bouwkundige maatregelen externe veiligheid



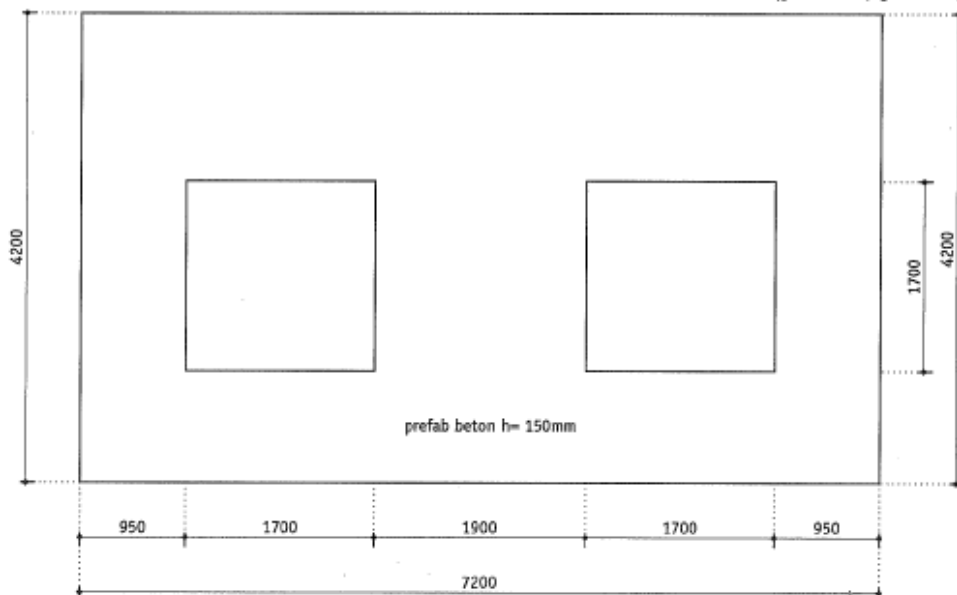


Gevels met verdiepingshoogte 4,2 m. (utiliteitsbouw)  
Versterkte vliesgevel



dubbel glas  
6+6  
8,0 kN/m<sup>2</sup>  
(gebaseerd op glassterkte)

Gevels met betonnen binnenblad



dubbel glas  
6+6  
8,0 kN/m<sup>2</sup>  
(gebaseerd op glassterkte)



**Overzicht gevelvarianten met kostenfactoren****Verdiepingshoogte 2,8 m (woningbouw en utiliteitsbouw)****Kalkzandsteen/betonnen binnenblad met openingen**

	Belast door	Glas	Materiaal	dikte binnenblad [mm]	opneembare druk [kN/m <sup>2</sup> ]	factor kostenverhoging t.o.v basisvariant
basisvariant	druk	HR++	kalkzandsteen (gelijnd)	100	0.65	1
	druk	HR++	kalkzandsteen	300	3	2.2
	druk	HR++	beton	100	9	1.4
	druk	ER1	beton	200	21	2.3
	druk	ER1	beton	300	30	2.9
	druk+ warmtestraling	HR++ en hittere reflecterend	beton	100	9	2.2
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	beton	200	21	3.1
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	beton	300	30	3.7

**Verdiepingshoogte 4,2 m (Utilitaire bouw)****Vliesgevels**

	Belast door	Glas	Materiaal	verstijvingsconstructie	opneembare druk [kN/m <sup>2</sup> ]	factor kostenverhoging t.o.v basisvariant
basisvariant	druk	HR++	glas + sandwichpaneel	nee	4	1
	druk	ER1	vliesgevel met staal versterkt	ja	8	2.4
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	vliesgevel met staal versterkt	ja	8	3.3

**Verdiepingshoogte 4,2 m (Utilitaire bouw)****Betonnen binnenblad met openingen**

	Belast door	Glas	Materiaal	dikte binnenblad [mm]	opneembare druk [kN/m <sup>2</sup> ]	factor kostenverhoging t.o.v basisvariant
basisvariant	druk	HR++	beton	100	4	1
	druk	ER1	beton	150	8	1.8
	druk	ER1	beton	200	17	1.7
	druk	ER1	beton	300	40	1.8
	druk+ warmtestraling	HR++ en hittere reflecterend	beton	100	4	1.6
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	beton	150	8	2.4
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	beton	200	17	2.1
	druk+ warmtestraling	ER1 en hittere reflecterend	beton	300	40	2.1

HR++ = isolerende beglazing opgebouwd uit twee glasplaten van 6 mm dikte met spouw

ER1 = isolerende veiligheidsbeglazing bestand tegen drukbelastingen; maximaal opneembare druk volgens NEN-EN 13541

**Normen voor de beproeving van ramen en deuren tegen explosiebelastingen:**

NEN-EN 13123-1 Ramen, deuren en luiken - Bestandheid tegen explosies - Eisen en classificatie - Deel 1: Schokbuis Specifies the criteria which windows, doors and shutters shall satisfy to achieve a classification when submitted to the test method. Concerns a method of test against blast waves generated by using a shock tube facility to simulate a high explosive detonation in the order of 100 kg to 2500 kg TNT at distances from about 35 m to 50 m. Is applicable to blast overpressure generated in a shock tube test facility used to simulate a high explosive detonation on windows, doors and shutters, complete with their frames and infills, for use in both internal and external locations in buildings. It gives no information on the explosion resistance capacity of the wall or other surrounding structure.

*NEN-EN 13124-1 Ramen, deuren en luiken - Bestandheid tegen explosies - Beproevingmethode - Deel 1: Schokbuis*

Specifies a conventional test procedure to permit classification of the explosion resistance of windows, doors and shutters together with their infills. This standard concerns a method of test against blast waves generated by using a shock tube facility to simulate a high explosive detonation in the order of 100 kg to 2500 kg TNT at distances from about 35 m to 50 m. This standard covers only the behaviour of the complete unit including infill, frame and fixings as tested. It gives no information on the ability of the surrounding wall or building structure to resist the direct or transmitted forces. If the windows, doors and shutters are intended for specific conditions of climate, specific test conditions may be required. It gives no information on the behaviour of the units subjected to other types of loading.

*NEN-EN 13123-2 Ramen, deuren en luiken - Weerstand tegen explosies - Eisen en classificatie - Deel 2: Veldtest*

This European Standard specifies the criteria which windows, doors and shutters shall satisfy to achieve a classification when submitted to the test method described in prEN 13124-2. This European Standard concerns a test method against blast waves in open air resulting from high explosives that can be carried by hand and placed a few metres from a target. At such close distances blast values vary across an attack face. Controlled measurement of the actual blast on the face of the test specimen being difficult, costly and subject to inaccuracy, consistency of the blast forces is therefore controlled in this European Standard by the characteristics of the explosive charge and its location. This European Standard covers only the behaviour of the complete unit including infill, frame and fixings as tested. It gives no information on the ability of the surrounding wall or building structure to resist the direct or transmitted forces. If the windows, doors and shutters are intended for specific conditions of climate, specific test conditions can be required (see clause 4). This European Standard gives no information on the explosion resistance capacity of the wall or other surrounding structure.

*NEN-EN 13124-2 Deuren, ramen en luiken - Weerstand tegen explosies - Beproevingmethode - Deel 2: Veldtest*

This European Standard specifies a test procedure to permit classification of the explosion resistance of windows, doors and shutters together with their infills. This European Standard concerns a test method against blast waves in open air resulting from high explosives that can be carried by hand and placed a few metres from a target. At such close distances blast values vary across an attack face. Controlled measurement of the actual blast on the face of the test specimen being difficult, costly and subject to inaccuracy, consistency of the blast forces is therefore controlled in this European Standard by the characteristics of the explosive charge and its location (see annex A). This European Standard covers only the behaviour of the complete unit including infill, frame and fixings as tested. It gives no information on the ability of the surrounding wall or building structure to resist the direct or transmitted forces. If the windows, doors and shutters are intended for specific conditions of climate, specific test conditions can be required. This European Standard gives no information on the behaviour of the units subjected to other types of loading.

## Module 4 - C

### 4C.1 – Dak

Er zijn veel soorten dakconstructies, waarbij grofweg een verschil kan worden gemaakt in platte daken en kapconstructies. Vanuit het oogpunt van externe veiligheid is vooral relevant dat de overgang van een onderliggende verdieping naar een kapconstructie een zwak punt is binnen de totale constructie. De verbinding kent vaak grotere kieren en is kwetsbaar voor brandoverslag. Om deze constructies op het vereiste veiligheidsniveau te brengen, is zeer veel detailonderzoek nodig. Daarom wordt als vuistregel gegeven dat vanuit het oogpunt van externe veiligheid, wanneer beoordeeld wordt op basis van het criterium brandverspreiding, op korte afstand platte daken de voorkeur verdienen.

Indien beoordeeld wordt op het aspect drukverspreiding, geven ronde vormen bij grotere afstand een betere geleiding van de schokgolf.

## Module 5 - Voorbeelden

### 5A.1 – Voorbeelden bij artikel 2.5

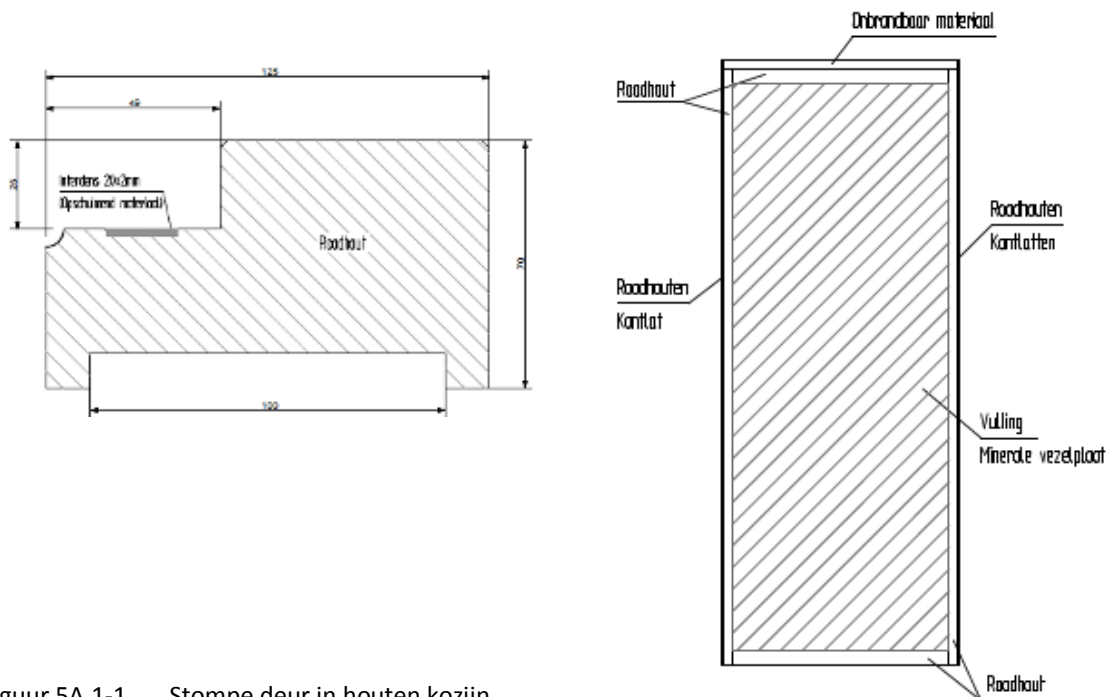
Voorbeelden van materialen die voldoen aan een brandwerendheid (EI) van 60 minuten volgens artikel 2.5 uit de Regeling Bouwbesluit 2012 zijn [9]:

- 90 mm baksteen
- 90 mm kalkzandsteen
- 75 mm cellenbeton
- 80 mm grindbeton
- 80 mm gipsblokken

Geïsoleerde wand met ongewapende (GKB) of met glasvezels gewapende (GKF) gipskartonbekleding (enkel skelet)

Tabel 5A.1-1 Tabel 104 van NEN Praktijkids Brandveiligheid

Brandwerendheid	Minimale bekledingsdikte (weerszijden) in mm		Minimale afmeting stijl (b x h) in mm	Dikte isolatie in mm	Dichtheid isolatie in kg/m <sup>3</sup>
EI 60	2 x 9,5	2 x 9,5	62 x 80	80 glaswol	16
	18 of 2 x 9,5	15	38 x 80	80 steenwol	30
	18 of 2 x 9,5	2 x 9,5	52 x 80	80 glaswol	16
	18 of 2 x 9,5	15	38 x 80	80 steenwol	30



Figuur 5A.1-1 Stompe deur in houten kozijn

*Nadere informatie:*

Deur:

hoogte: 2.115 mm

breedte: 926 mm

dikte: 40 mm

deur is voorzien van opschuimend materiaal rondom

Kozijn:

roodhout, volumieke massa 848 kg/m<sup>3</sup>

doorsnede = 70 x 125 mm

sponningdiepte = 49 mm

aanslagbreedte = 25 mm

kozijn is voorzien van opschuimend materiaal in sponning

Brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie, bepaald volgens NEN 6069:1997 voor het geval deurblad draaiend naar het vuur toe: 71 minuten. [Bron: Berkvens B.V.]

*5A.2 – Voorbeelden bij artikel 2.6*

Voorbeelden van materialen die voldoen aan brandklasse A2 volgens artikel 2.6 uit de Regeling Bouwbesluit 2012 zijn:

- steenachtige materialen (zie afbeelding)
- keramische materialen
- glas en glasschuim
- metalen (zie afbeelding)
- minerale wol en minerale boardmaterialen met zeer laag bindergehalte
- calciumsilicaatplaten
- geëxpandeerd perliet (zie afbeelding)
- geëxpandeerd vermiculiet
- vezelcement
- gipskartonplaat



Voorbeelden van materialen die niet zonder behandeling voldoen aan brandklasse A2 volgens artikel 2.6 uit de Regeling Bouwbesluit 2012. Deze materialen zijn niet of slechts na behandeling geschikt om te voldoen aan brandklasse A2[10]:

Tabel 5A.2-1 Materialen die niet of na behandeling aan brandklasse A2 voldoen

hout met hoge dichtheid of brandvertragend behandeld	B
cementgebonden spaanplaat met dichtheid 1.000 kg/m <sup>3</sup> of hoger, cementgehalte $\geq 75\%$	B
onbehandeld massief hout	D
multiplex	D
Oriented Strand Board	D
spaanplaat	D
mediumboard met dichtheid 600 kg/m <sup>3</sup> of hoger	D
MDF	D
HPL	D
mediumboard met dichtheid $\leq 400$ kg/m <sup>3</sup>	E
zachtboard	E

## 5A.3 – Voorbeelden bij artikel 2.7

Deemed to satisfy lijst (niet brandgevaarlijke dakbedekking)

Tabel 5A.3-1 Bijlage B uit NEN 6063

Leien: leien van leisteen, leien van natuursteen	Elke uitwendige afwerkingslaag moet anorganisch zijn of een PCS $\leq 4,0$ MJ/m <sup>2</sup> of een massa $> 200$ g/m <sup>2</sup> hebben. PCS $\leq$ aan 3,0 MJ/m <sup>2</sup>
Dakpannen: dakpannen van natuursteen, beton, terracotta, keramiek of staal	
Met vezels verstrekt cement: <ul style="list-style-type: none"> <li>Vlakke en geprofileerde platen</li> <li>Leien (zie afbeelding)</li> </ul>	Dikte $> 0,4$ mm Elke uitwendige afwerkingslaag moet anorganisch zijn of een PCS $\leq 4,0$ MJ/m <sup>2</sup> of een massa $> 200$ g/m <sup>2</sup> hebben. Los aangebracht grind met een dikte $\geq 50$ mm of een massa $\geq 80$ kg/m <sup>2</sup> (minimale korrelgrootte 4 mm, maximaal 32 mm) Zand- cementlaag met een dikte $\geq 30$ mm Minerale of kunststeenplaten met een dikte $\geq 40$ mm
Geprofileerde of vlakke metalen platen: Aluminium, aluminiumlegering, koper, koperlegering, zink, zinklegering, ongeverfd, onbekleed staal, roestvast staal. Producten die onder normale gebruiksomstandigheden volledig worden afgedekt met de hiernaast opgesomde anorganische afdekmaterialen	

PCS = Bruto calorische waarde



#### *5A.4 – Voorbeelden bij artikel 2.8*

##### **Infoblad Vluchten bij brand - Bouwbesluit 2012**

Dit informatieblad geeft een op de praktijk gerichte toelichting op de toepassing van de voorschriften over veilig vluchten in het Bouwbesluit 2012. De brochure behandelt het vluchten vanuit nieuw te bouwen woonfuncties, logiesfuncties en utiliteitsfuncties die geen gezondheidszorgfunctie of celfunctie zijn.

<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/brochures/2012/10/09/infoblad-bouwbesluit-2012-vluchten-bij-brand.html>

## Bronvermelding

- [1] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; plasbrandaandachtsgebied  
Bron:  
[http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Externe\\_Veiligheid/Transport/Beleid\\_en\\_Basisnet\\_201410](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Externe_Veiligheid/Transport/Beleid_en_Basisnet_201410)
- [2] Scenarioboek Externe Veiligheid van het LEV; internetsite met naslagwerken  
Bron: <http://www.scenarioboek.nl/> 201410
- [3] Bouwbesluit 2012
- [4] Regeling Bouwbesluit 2012
- [5] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; basisnet en wettelijk kader  
Bron:  
[http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Externe\\_Veiligheid/Transport/Beleid\\_en\\_Basisnet\\_201410](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/E/Externe_Veiligheid/Transport/Beleid_en_Basisnet_201410)
- [6] Regeling van de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties van 4 februari 2014, nr. 2014-0000068608, houdende wijziging van de Regeling Bouwbesluit 2012 met betrekking tot het bouwen in veiligheidszones en plasbrandaandachtsgebieden en een wijziging van de regeling omgevingsrecht - Staatscourant 18 februari 2014 nr. 4057
- [7] Kamerstukken II 2008/2009 30 373 nr. 35 - Tweede Kamer
- [8] Catalogus Bouwkundige maatregelen externe veiligheid: 2010 - Bijlage 3: Tekstbijdragen De Jong Gortemaker Algra.
- [9] Tabel 99 van NEN Praktijkids Brandveiligheid
- [10] Tabel 109 van NEN Praktijkids Brandveiligheid