

Rapport

Betreft: Eindrapport spiegelsymmetrie
Rapportnummer: N 1018-3-RA-002
Datum: 7 september 2011
Ref.: JvO/JvO/LvI/N 1018-3-RA-002

1. Inleiding

In het Bouwbesluit wordt bij de eisen ten aanzien van wdbdo (brandoverslag) gebruik gemaakt van de spiegelsymmetrie systematiek. Deze systematiek staat ter discussie, zoals verwoord in het rapport van de "Adviescommissie praktijktoepassingen brandveiligheidsvoorschriften". Het belangrijkste bezwaar is dat spiegeling ten opzichte van een 'gebroken' perceelsgrens niet goed mogelijk is.

In opdracht van het ministerie van BZK heeft Peutz bv een onderzoek gedaan naar het alternatief om een eis te stellen aan de stralingsflux te plaatse van de perceelsgrens (in plaats van spiegelsymmetrisch) en de te kiezen grenswaarde vast te stellen. Het onderzoek betreft alleen situaties die qua gebruiksoppervlakte van brandcompartimenten binnen het Bouwbesluit vallen. Voor grotere brandcompartimenten wordt verwezen naar de nieuwe norm die door het NEN in het kader van 'beheersbaarheid van brand' als gelijkwaardige oplossing wordt ontwikkeld.

Door het vlak dat de perceelsgrens vormt als referentievlak voor het bepalen van de invallende stralingsflux te kiezen (met een daaraan aangepaste grenswaarde) wordt het genoemde bezwaar opgelost. Daarbij wordt -op pragmatische gronden om het aantal berekeningen in de praktijk te beperken- uitgegaan van de loodrecht op de perceelsgrens invallende stralingsflux.

De overgang naar het stellen van een eis aan de stralingsflux op de perceelsgrens (ipv op een spiegelsymmetrisch gebouw) mag niet leiden tot een verlichting of verzwaring van het huidige veiligheidsniveau. Dat betekent in dit geval dat sommige gebouw(typ)en door de overgang ten opzichte van de huidige situatie zwaarder en andere gebouwen lichter beoordeeld zullen worden, om gemiddeld het huidige veiligheidsniveau te handhaven.

Noot:

Het stellen van een grenswaarde voor de stralingsintensiteit op de perceelsgrens (ipv op het spiegelsymmetrische gebouw) lost een andere kwestie niet op nl: dat het veiligheidsniveau van een kleine hal lager kan zijn dan dat van een grote hal aan de andere zijde van de perceelsgrens, omdat de kleine hal dichter bij de perceelsgrens mag staan dan een grote hal. Die kwestie is in hoofdstuk 6 voor de volledigheid globaal toegelicht, maar valt buiten het kader van deze opdracht.

Lid NLingenieurs
ISO 9001 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR **Zoetermeer**
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

L. Springerlaan 37
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@ groningen.peutz.nl

Montageweg 5
6045 JA **Roermond**
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Bonn, Berlin
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
Info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Peutz
Sevilla
info@peutz.es
www.peutz.es

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Oprachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens De
Nieuwe Regeling 2005

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

2. Aanpak onderzoek

Om een goede afstemming met de begeleidingscommissie te realiseren is voorafgaand aan de startvergadering een serie brandoverslagberekeningen aan industriegebouwen en kantoorgebouwen uitgevoerd, waarbij gevarieerd is ten aanzien van de breedte van de gevel (die aan de perceelsgrens ligt) en de hoek van de gevel ten opzichte van de perceelsgrens.

Die berekeningen zijn in hoofdstuk 3 uitgewerkt, en zijn vastgelegd in rapport N 1018-2-RA. Op basis van dat rapport en het overleg met de klankbordcommissie zijn de volgende conclusies getrokken over de verdere uitwerking van het onderzoek:

- Er wordt bij het vaststellen van de grenswaarde voor de stralingsintensiteit op de perceelsgrens onderscheid gemaakt naar industriegebouwen (min. 75% opp. industriefunctie) en overige gebouwen (kantoor, zorg, woning, etc). Er wordt geen onderscheid gemaakt naar hoogte/breedte van gevels of gevelopeningen omdat daarmee de fysica in het gehele model (de stralingsintensiteit bepaalt het risico) zou worden aangetast.
- Gebouwen die in een hoek ten opzichte van de perceelsgrens staan worden bij de bepaling van de grenswaarde (op de perceelsgrens) niet meegewogen: dat leidt tot een hoger veiligheidsniveau, maar dat is acceptabel geacht omdat die situatie niet erg veel voorkomt, en omdat dat kan worden opgelost door alleen lokaal (ter plaatse van de hoek van het gebouw het dichtst bij de perceelsgrens) extra brandwerende voorzieningen aan te brengen.

In hoofdstuk 4 is de uitwerking van het onderzoek weergegeven.

In hoofdstuk 5 zijn de conclusies van het onderzoek opgenomen.

In de bijlage hoofdstuk 6 is een toelichting over de spiegelsymmetrie opgenomen.

In bijlage hoofdstuk 7 zijn de benodigde aanpassingen aan de NEN 6068 en het Bouwbesluit globaal aangegeven als de 'perceelsgrens' methode wordt ingevoerd.

In bijlage hoofdstuk 8. is een toelichting gegeven over de verschillende aspecten en principes die bij brandoverslag een rol spelen, zoals gereduceerde brand, wbo-eis e.d.

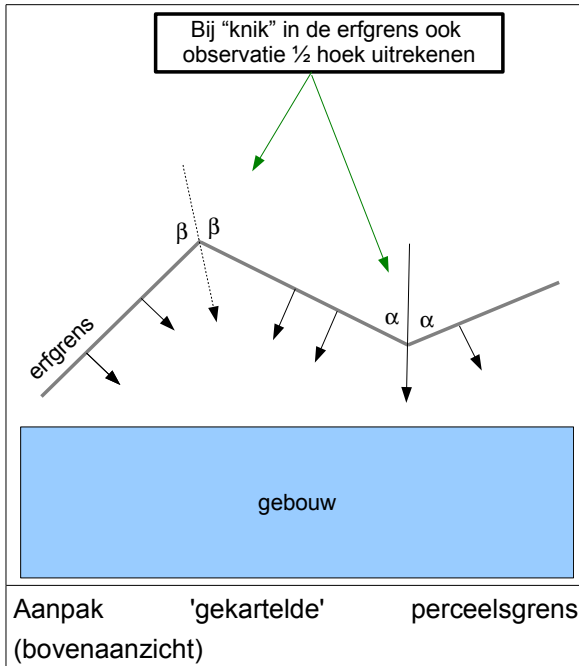
Alle berekeningen zijn uitgevoerd met het rekenpakket Pintegraal versie V44.a

3. Vooronderzoek (startfase)

3.1. Eerste uitwerking

Zoals vermeld in de opdrachtomschrijving zal worden uitgegaan van de loodrecht op de perceelsgrens invallende warmtestralingsintensiteit. Bij (sterk) geknikte gevels kan dat tot problemen leiden (onderschatting van de aanwezige warmtestraling), omdat observatiepunten loodrecht op de gevel het brandende gebouw op het andere erf niet

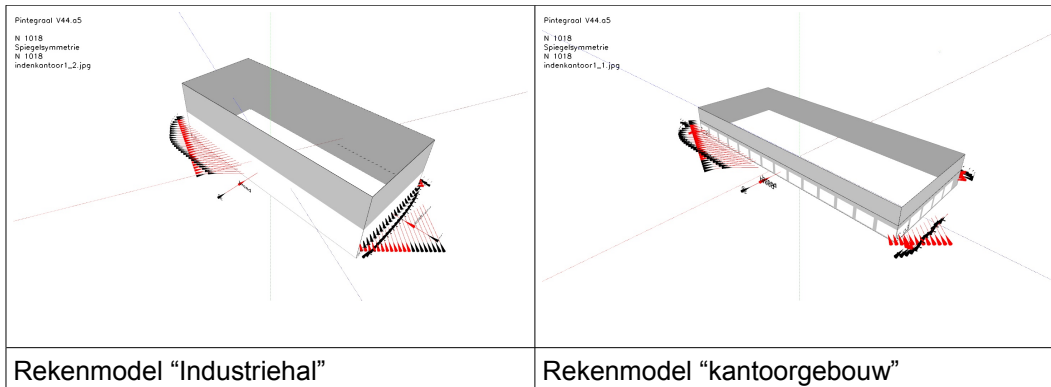
optimaal 'zien'. Om dat effect op te lossen is het voldoende om in de knikpunten van de gevel, extra observatiepunten te leggen onder een hoek gelijk aan de 'halve' knikhoek. In de onderstaande figuur is dat verduidelijkt (bovenaanzicht).



Door het stellen van een eis aan de maximale warmtestralingsintensiteit op de perceelsgrens, moet formeel op de gehele perceelsgrens de intensiteit berekend worden. In de praktijk zal het voldoende zijn om het deel van de perceelsgrens dat wordt gevormd door de loodrechte projectie van het brandende gebouw op de perceelsgrens te beoordelen.

3.2. Eerste beoordeling

Voor een industriehal en een kantoorgebouw zijn oriënterende berekeningen uitgevoerd. Het betreft in beide gevallen een gebouw (brandcompartiment) met een oppervlakte van 1000 m^2 ($50 \times 20 \text{ m}^2$). Het industriegebouw heeft een hoogte van 15 m (maximale hoogte conform de NEN 6068) en het kantoor (brandcompartiment) heeft een verdiepingshoogte van 3 m, en is voorzien van gevelopeningen die regelmatig zijn verdeeld over de buitengevels van het gebouw. De openingsgraad(het percentage aan openingen in een gevel) van het kantoorgebouw bedraagt ca. 56%, grofweg overeenkomend met een standaard kantoor. Zowel voor de lange als de korte zijde van de gebouwen langs de perceelsgrens zijn berekeningen uitgevoerd.



Bij de berekeningen is de hoek van de gevel/gebouw ten opzichte van de perceelsgrens gevarieerd tussen 0 graden (evenwijdig aan de perceelsgrens) en 22,5 graden en 45 graden (de gevel staat in dat laatste geval loodrecht op de spiegelsymmetrische gevel). De situatie van gevels die schuin staan ten opzichte van de perceelsgrens komen in de praktijk niet erg vaak voor, maar zijn voor de volledigheid meegenomen.

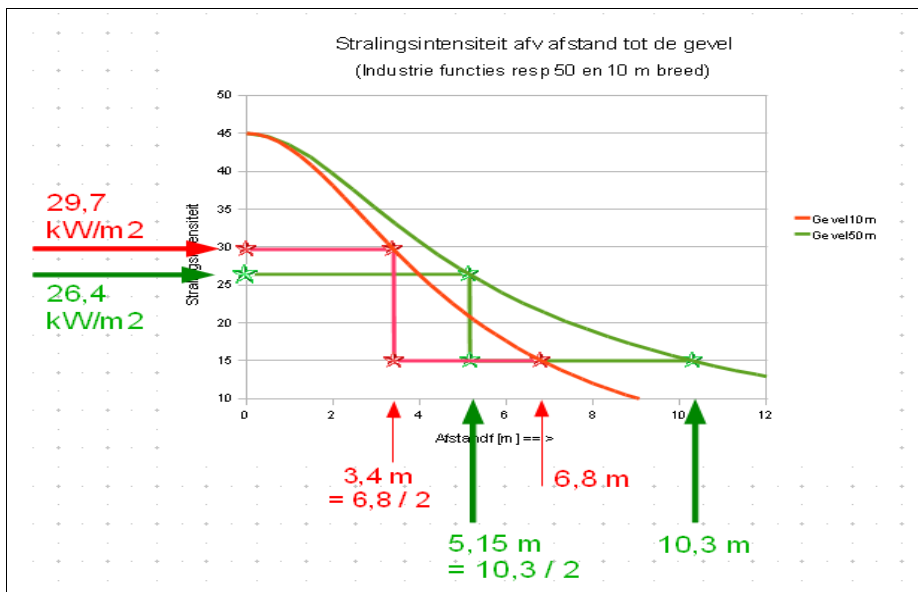
3.3. Toelichting werkwijze

In de onderstaande figuur is de werkwijze aan de hand van twee variantberekeningen getoond. Het betreft twee varianten van een industriehal (met gevelbreedtes van resp. 50m en 10 m). De getrokken lijnen in de figuur geven de stralingsintensiteit als functie van de afstand tot de stralende gevel voor beide varianten.

Voor de betreffende varianten is de 'veilige' afstand tot het spiegelsymmetrische gebouw bepaald, zijnde de afstand waar de stralingsintensiteit precies tot 15 kW/m² is gedaald. Voor de twee varianten is dat resp. 6,8 m en 10,3 m.

Vervolgens is ter plaatse van de perceelsgrens (dit is halverwege de 'veilige' afstand) de stralingsintensiteit bepaald. Voor de twee varianten is uit de figuur af te lezen dat die waarden resp. 26,4 en 29,7 kW/m² bedragen.

Dus de waarde van de stralingsintensiteit op de perceelsgrens (= halverwege het spiegelsymmetrische gebouw op de veilige afstand) kan significant verschillen tussen verschillende gebouwen.



3.4. Rekenmethode

Voor twaalf varianten is de veilige afstand tot een spiegelsymmetrisch gebouw uitgerekend, dat wil zeggen de afstand tot een spoiegelsymmetrisch gebouw waarbij de invallende warmtestralingsintensiteit op de gevels van dat gebouw precies 15 kW/m² bedraagt.

Om te bepalen welke grenswaarde op de perceelsgrens gesteld zou moeten worden is vervolgens op de halve afstand, -ter plaatse van de perceelsgrens dus- de invallende intensiteit bepaald. Voor gebouwen die onder een hoek met de perceelsgrens staan is uiteraard ook de observatierichting aangepast (loodrecht op de perceelsgrens).

De intensiteit op de perceelsgrens is aanzienlijk hoger dan op het spiegelsymmetrische gebouw, en verschilt ook nogal per variant, zoals schematisch is toegelicht in de vorige paragraaf. In de volgende paragraaf zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Voor de volledigheid: hoe lager de grenswaarde die op de perceelsgrens wordt gesteld, hoe groter de benodigde afstand die gerealiseerd moet worden, en dus hoe hoger het veiligheidsniveau. De resultaten van de stralingsintensiteit treden op verschillende afstanden tot de perceelsgrens op.

3.5. Resultaten

In onderstaande tabel zijn de rekenresultaten samengevat. In de eerste vier kolommen staan de varianten omschreven, waarbij de hoek van de gevel t.o.v. de perceelsgrens uitgedrukt in graden in de vierde kolom staat.

De waarde 0 graden betekent evenwijdig aan de perceelsgrens; een waarde 45 betekent dat de betreffende gevel loodrecht op de spiegelsymmetrische gevel staat.

In de vijfde kolom staat de berekende stralingsintensiteit op de perceelsgrens. In de voorlaatste kolom staat de afstand tot de perceelsgrens (dit is dus de helft van de 'veilige' afstand tot het spiegelsymmetrische gebouw); deze waarde is alleen vermeld voor de gevels evenwijdig aan de perceelsgrens, omdat voor gevels onder een hoek met de perceelsgrens de afstand tot de perceelsgrens varieert.

In de laatste kolom van de tabel is de extra afstand (achter de perceelsgrens) aangegeven, waar de stralingsintensiteit is gezakt tot (arbitrair) 27,5 kW/m². Er blijkt dat de verschillen beperkt blijven tot resp. 0,8 m en 0,5 m.

Scenario	gevelbreedte [m]	gevelhoogte [m]	hoek gevel graden	Straling erfgrens (kW/m ²)	Afstand tot de erfgrens [m]	extra [m] afstand tot 27,5 kW/m ²
Industrie korte zijde (20 m)	20	15	0	28,1	4,4	0,2
Industrie lange zijde (50 m)	50	15	0	26,4	5,1	0,0
Industrie korte zijde (20 m)	20	15	22,5	27,7	-	0,0
Industrie lange zijde (50 m)	50	15	22,5	27,4	-	0,0
Industrie korte zijde (20 m)	20	15	45	27,1	-	0,0
Industrie lange zijde (50 m)	50	15	45	27,0	-	0,0
Kantoor (korte zijde 20 m)	20	3	0	33,9	3,8	0,8
Kantoor (lange zijde 50 m)	50	3	0	30,6	4,3	0,5
Kantoor (korte zijde 20 m)	20	3	22,5	34,1	-	0,6
Kantoor (lange zijde 50 m)	50	3	22,5	36,7	-	0,8
Kantoor (korte zijde 20 m)	20	3	45	47,8	-	1,6
Kantoor (lange zijde 50 m)	50	3	45	49,8	-	1,5
- = bij schuine gevels is de afstand tot de erfgrens variabel						

Uit de tabel kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

3.5.1. Gevels evenwijdig aan perceelsgrens (hoek = 0 graden)

Industriegebouwen:

Het verschil tussen een brede (50 m) en een smalle gevel (20m) wordt veroorzaakt door de viewfactor. Bij brede gevels is de invloed van de breedte op de intensiteit relatief klein (de uiteinden van de gevel dragen slechts in beperkte mate bij). Daardoor neemt de intensiteit bij afnemende afstanden tot de gevel bij smalle gevels sterker toe dan bij bredere gevels, resulterend in hogere intensiteiten op de perceelsgrens (28,6 vs. 26,4 kW/m²).

Kantoorgebouwen

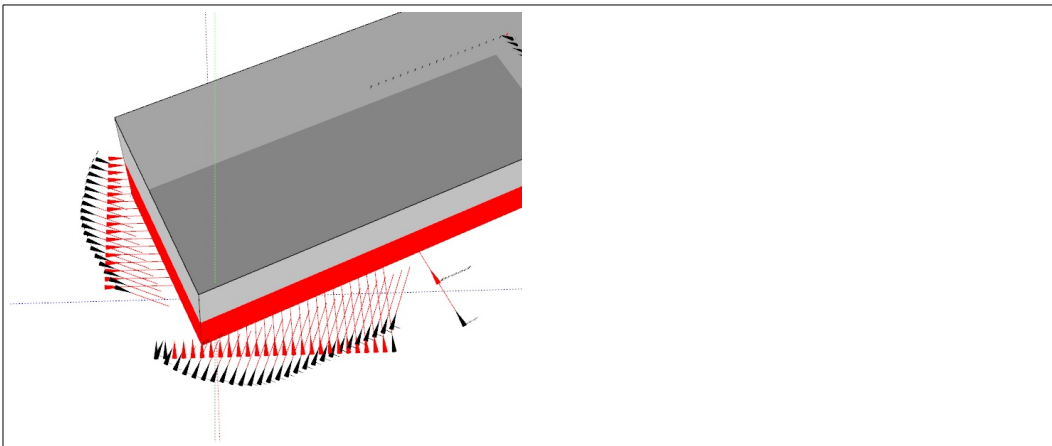
Hetzelfde effect als bij industriegebouwen doet zich voor, dat een smalle gevel (20m) op de erfgrens een hogere stralingsintensiteit oplevert dan een brede gevel.

Het verschil in intensiteit op de perceelsgrens tussen tussen de varianten kantoor en industriefuncties wordt veroorzaakt door de uitslaande vlammen. Bij afnemende afstand

dragen de uitslaande vlammen steeds zwaarder mee, zodat in de meeste gevallen op de perceelsgrens een hogere intensiteit resulteert bij de varianten kantoor dan bij industrie.

3.5.2. Gevels onder een hoek met de perceelsgrens

Bij gevels onder een hoek wordt de veilige afstand (en dus de afstand tot de perceelsgrens) meestal bepaald door de stralingsintensiteit aan de -dichtst bij de perceelsgrens gelegen- zijde van de gevel. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een rechthoekig gebouw (50 x 20 m). Bij gevels onder een hoek ten opzichte van de perceelsgrens speelt ook de straling van de 'naastgelegen' gevel van het gebouw een rol. In de onderstaande figuur is dat geïllustreerd.



Illustratie van de invloed van de 'aangrenzende' gevel op de intensiteit op de perceelsgrens bij gebouwen die onder een hoek tov de perceelsgrens staan. (Rode kegels op de perceelsgrens)

Industriegebouw

Door het ontbreken van uitslaande vlammen bij industriegebouwen (industriefunctie conform NEN 6068) en het eerder genoemde effect dat de warmtestraling van de aangrenzende gevel ook een rol speelt, is er vrijwel geen verschil in de berekende warmtestralingsintensiteit op de perceelsgrens voor de verschillende hoeken tov de perceelsgrens.

Bij een kleine hoek ten opzichte van de perceelsgrens (22,5 graden) wordt de viewfactor van de eerste gevel iets lager, maar dit effect wordt gecompenseerd door het extra beetje straling vanuit de aangrenzende gevel. In de situatie van een gevel onder 45 graden, staat de aangrenzende gevel ook onder een hoek van 45 graden met de perceelsgrens. Dus de significante afname van de eerste gevel wordt gecompenseerd door de significante toename van de bijdrage van de aangrenzende gevel: sterker nog, beide gevels dragen vrijwel in dezelfde mate bij (even afgezien van de breedte van de gevels) aan de intensiteit op de perceelsgrens.

Kantoorgebouw

Bij het kantoorgebouw onder een hoek ten opzichte van de perceelsgrens verandert de situatie, omdat de uitlaande vlammen een belangrijke rol spelen, evenals de exacte positie van de gevelopeningen.

Bij een hoek van 45 graden is de stijging van de intensiteit op de perceelsgrens zelfs zeer groot. De belangrijkste reden is dat bij een dergelijke hoek ten opzichte van de perceelsgrens, de observatiepunten op de bedreigde gevel de uitlaande vlammen vrijwel niet zien (resultierend in relatief korte veilige afstanden) terwijl op de perceelsgrens ('recht' naar de brand kijkend) de uitlaande vlammen 'optimaal' bijdragen aan de intensiteit.

In feite is dit een -waarschijnlijk onvoorzien en onbedoeld- neveneffect van de methode spiegelsymmetrie.

Bij de keuze voor een grenswaarde op de perceelsgrens lijkt het daarom onverstandig om de situatie van gevels onder een (grote) hoek met de perceelsgrens (zwaar) mee te wegen. Enerzijds komt de geschetste situatie niet erg vaak voor, en anderzijds is het waarschijnlijk een onbedoeld neveneffect van de methode van spiegelsymmetrie. Als je deze situatie wel meeweegt, betekent dat een 'netto' verlaging van het veiligheidsniveau, omdat een hogere grenswaarde tot kortere minimum afstanden tot de perceelsgrens leiden.

3.6. Conclusie voorstudie

Op basis van dat rapport en het overleg met de klankbordcommissie zijn de volgende conclusies getrokken over de verdere uitwerking van het onderzoek:

- Er wordt bij het vaststellen van de grenswaarde voor de stralingsintensiteit op de perceelsgrens onderscheid gemaakt naar industriegebouwen (min. 75% opp. industriefunctie) en overige gebouwen (kantoor, zorg, woning, etc). Er wordt geen onderscheid gemaakt naar hoogte/breedte van gevels of gevelopeningen omdat daarmee de fysica in het gehele model (de stralingsintensiteit bepaalt het risico) zou worden aangetast.
- Gebouwen die in een hoek ten opzichte van de perceelsgrens staan worden bij de bepaling van de grenswaarde (op de perceelsgrens) niet meegewogen: dat leidt tot een hoger veiligheidsniveau, maar dat is acceptabel geacht omdat die situatie niet erg veel voorkomt, en omdat alleen lokaal (ter plaatse van de hoek van het gebouw het dichtst bij de perceelsgrens) extra brandwerende voorzieningen nodig zijn.

De resultaten van het vervolgonderzoek worden in de volgende hoofdstukken besproken.

4. Uitwerking onderzoek

4.1. Toelichting werkwijze

Op basis van de uitgangspunten van eerste fase van het onderzoek is een groot aantal berekeningen uitgevoerd aan diverse brandruimten met Pintegraal versie V44.a.

Daarmee ontstaat een beeld of het stellen van één grenswaarde aan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens haalbaar is, en wat het effect op het resulterende veiligheidsniveau ten opzichte van de huidige werkwijze van 15 kW/m² op een spiegelsymmetrische gebouw.

4.2. Keuzen te berekenen varianten

Op basis van de voorstudie is geconstateerd dat bij de bepaling van de stralingsintensiteit op de erfrens significante verschillen ontstaan tussen verschillende gebouwen.

Uit de nadere analyse van de gegevens blijkt dat naast globale aspecten (zoals het oppervlakte van compartimenten, de hoogte en de inhoud van gebouwen) ook de breedte/diepte verhouding van de brandruimte, het percentage aan gevelopeningen en de breedte van het beschouwde gevel(deel) een minstens zo belangrijke rol spelen.

De in eerste instantie beoogde keuze van de uit te werken berekeningsvarianten aan de hand van statistische gegevens over de in Nederland aanwezige gebouwen is daarom praktisch onmogelijk. In de statistieken zijn wel globale gegevens te vinden over gebouwwolumes, en gebouwfuncties maar niet over de gekozen gebouwvormen, breedte/diepte verhouding van brandruimten, gevelbreedten, openingspercentages e.d.

Ter illustratie : Bij een brandruimte in een kantoorgebouw met een oppervlakte van 50 m x 20 m kan de veilige afstand bij de korte gevel al aanzienlijk verschillen van de veilige afstand van de brede gevel. Dat onderscheid is (uiteraard) niet in statistieken terug te vinden.

Daarom is er in het kader van de opdracht voor gekozen voor zo veel mogelijk varianten uit te rekenen die verschillen voor wat betreft relevante eigenschappen. Er is gekozen voor rechthoekige brandruimten, waarbij berekeningen zijn uitgevoerd voor zowel de brede als de smalle gevel(s).

De volgende varianten zijn uitgewerkt:

Industriegebouwen:

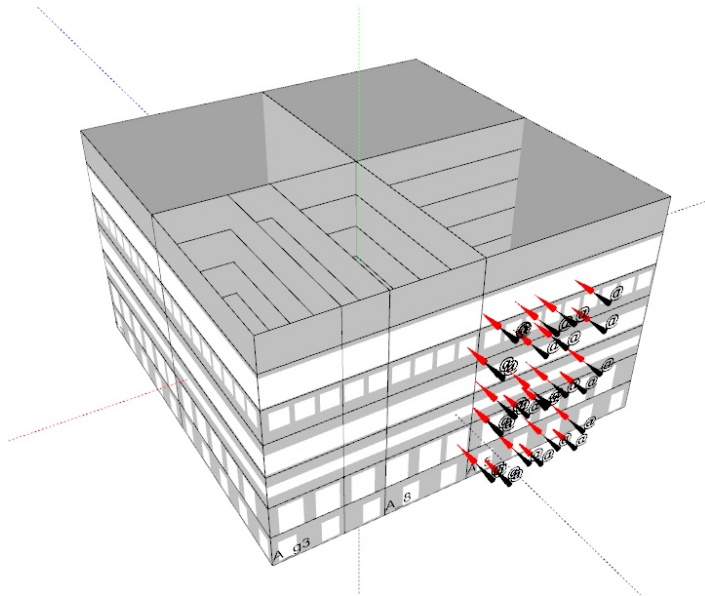
- gevelhoogte 15, 12,5 en 10 m
- gevelbreedte ca. 100; 50; 35; 20 en 10 m

niet-industriegebouwen (kantoor, zorg, bijeenkomst etc)

- oppervlakte: 1000, 750, 500, 250 m²
- lengte/breedte: 1; 0,75; 0,5 en 0,25
- openingspercentage: ca. 90%, 75%, 50% , 25% en 10%
- WBO-eis B60, B30 en B20 (gereduceerd én volledig brand)
- extra 9 appartementen (gereduceerd én volledig brand)

In de bijlage in hoofdstuk 8. is een toelichting op de relevante aspecten en begrippen opgenomen. Daar wordt ingegaan op de verschillende wbo eisen die in het Bouwbesluit worden gesteld (60, 30 of 20 minuten), de achtergronden bij de zogenaamde 'volledige' en 'gereduceerde' brand alsmede op de verschillen tussen bestaande bouw en nieuwbouw.

In de onderstaande figuur is het rekenmodel weergegeven waar de 'niet-industrie' varianten mee zijn berekend. Elke verdieping omvat vier verschillende brandruimten (met een oppervlakte van resp. 1000, 750, 500 en 250 m²). De verdiepingen verschillen ook qua openingspercentage (met een oppervlakte aan gevelopeningen van ca. 90%, 75%, 50% , 25% en 10%).

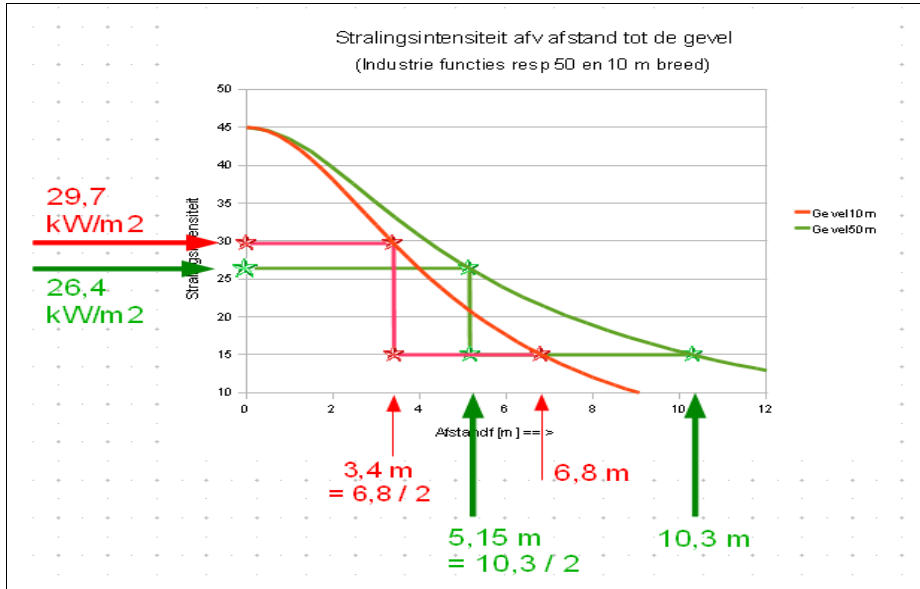


4.3. Toelichting werkwijze

Ter verduidelijking is de werkwijze in de onderstaande figuur schematisch weergegeven. Allereerst is voor de betreffende variant de 'veilige' afstand tot het spiegelsymmetrische gebouw bepaald. Vervolgens is ter plaatse van de perceelsgrens (dit is halverwege de 'veilige' afstand) de stralingsintensiteit bepaald.

Zoals in de figuur is getoond, kan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens per variant (gebouw, wbo-eis, etc) verschillen.

Voor alle varianten is op deze wijze de stralingsintensiteit op de perceelsgrens berekend.

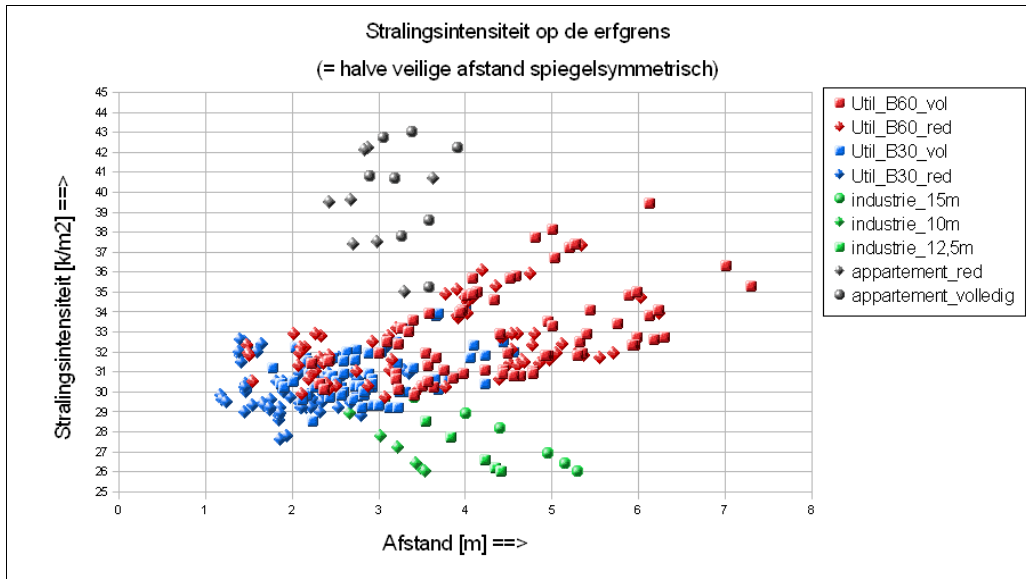


De resultaten van alle berekeningen zijn in de volgende paragraaf opgenomen.

4.4. Resultaten

Van alle varianten is de stralingsintensiteit op de perceelsgrens in één figuur uitgezet tegen de afstand tot de perceelsgrens (dit is dus de helft van de veilige afstand tot een spiegelsymmetrisch gebouw).

In rood (WBO-eis van 60 min) en blauw(WBO-eis van 30 min) de varianten "niet-industrie", in groen de varianten industrie (voor gebouwhoogte van 15, 12,5 en 10 m) en in zwart de varianten van de appartementen (hoort eigenlijk bij niet-industrie, maar is apart opgenomen)



Uit de bovenstaande figuur is af te leiden dat de spreiding in de intensiteit op de perceelsgrens groot is. Zelfs als de tweedeling “industrie” vs. “niet-industrie” wordt aangehouden, zie je bijvoorbeeld voor niet_industrie een spreiding van ca. 28 tot 39 kW/m² (als je de appartementen meeneemt loopt de hoogste berekende intensiteit op de perceelsgrens zelfs op tot 43 kW/m²).

Het doel van het onderzoek is om voor de twee categorieën (industrie en niet-industrie) een grenswaarde vast te stellen die gehanteerd zou moeten worden voor de betreffende categorie.

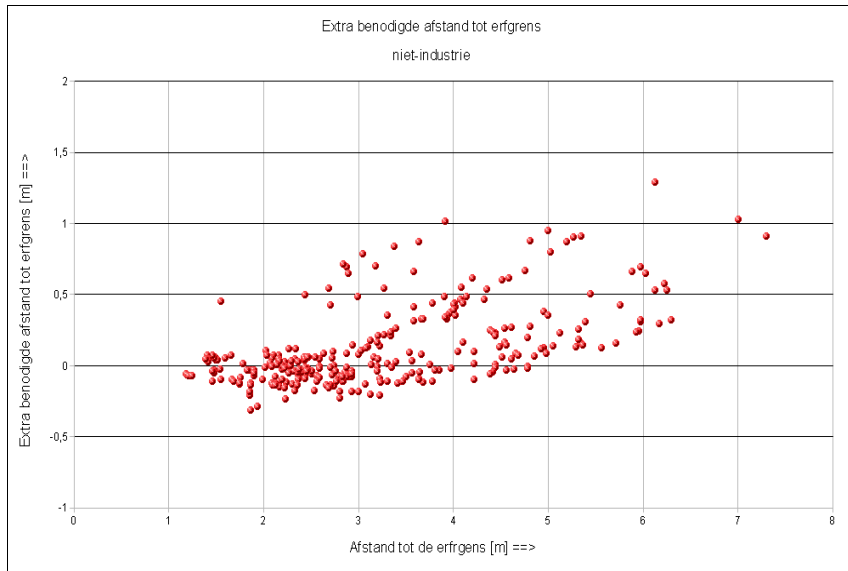
Voor de twee categorieën zou je een 'gewogen gemiddelde' grenswaarde kunnen bepalen, waarbij het gemiddelde veiligheidsniveau globaal niet verandert (grofweg de helft van de gebouwen wordt veiliger, en de andere helft onveilig).

Voor de categorie niet-industrie zou dat grofweg neer kunnen komen op bijvoorbeeld een grenswaarde van 31 kW/m² op de perceelsgrens.

Om de invloed op het veiligheidsniveau van een keuze van 31 kW/m² te illustreren is voor alle niet-industrie varianten uitgerekend op welke afstand deze grenswaarde precies bereikt wordt. Vervolgens is het verschil tussen deze nieuw-berekende afstand (met precies 31 kW/m²) met de 'veilige afstand' tot de perceelsgrens in de onderstaande figuur weergegeven als functie van de 'veilige afstand' tot de erfgrans.

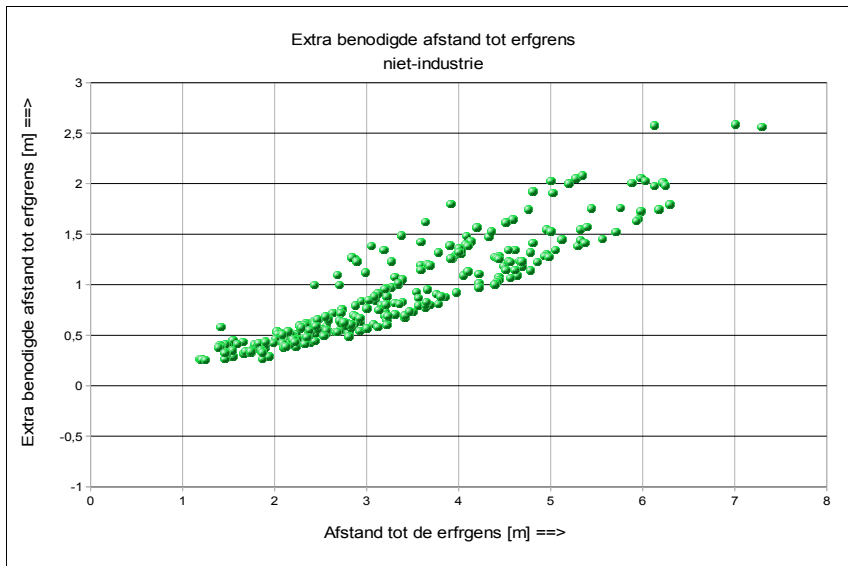
Noot: Dat afstands-verschil geeft dus de extra afstand tot de perceelsgrens (positieve waarden) of de minder afstand tot de perceelsgrens ten opzichte van de benodigde afstand tot de perceelsgrens volgens de huidige werkwijze van spiegelsymmetrie conform Bouwbesluit.

Resultaten extra benodigde afstand op basis grenswaarde 31 kW/m² op perceelsgrens



Deze serie berekeningen is herhaald, nu uitgaande van een grenswaarde van 25 kW/m² op de perceelsgrens, om het effect van een lagere grenswaarde op de benodigde veilige afstand tot de erfrens inzichtelijk te maken. De resultaten van die berekeningen zijn in de onderstaande figuur weergegeven.

Resultaten extra benodigde afstand op basis grenswaarde 25 kW/m² op perceelsgrens



Uit de figuur is af te leiden dat de lagere grenswaarde op de perceelsgrens aanleiding geeft tot significant grotere benodigde veilige afstanden. Bij een keuze voor 25 kW/m² kan worden gesteld dat er in de praktijk vrijwel geen situaties zijn waarbij de overgang naar de "perceelsgrens aanpak" aanleiding is tot onveilige situaties, maar de extra

benodigde afstanden zijn zo veel groter (oplopend tot 2,5 m extra afstand tot de erfgrans) dat deze werkwijze zeer oneconomisch is.

4.5. Beoordeling resultaten

Het doel van het onderzoek is om voor de twee categorieën (industrie en niet-industrie) een grenswaarde vast te stellen die gehanteerd zou moeten worden voor de betreffende categorie. Op basis van de uitgevoerde berekeningen blijkt dat de spreiding in de stralingsintensiteit op de perceelsgrens redelijk groot is; daardoor is ook het effect op de benodigde afstand tot de perceelsgrens -en het daarmee samenhangende veiligheidsniveau- niet verwaarloosbaar.

Het kiezen van één gemiddelde grenswaarde voor industrie-gebouwen, en één grenswaarde voor niet-industriegebouwen zal globaal tot hetzelfde (gemiddelde) veiligheidsniveau kunnen leiden, maar leidt daarmee wel tot een behoorlijke spreiding in veiligheidsniveau; dat betekent dat sommige gebouwen aanzienlijk veiliger en andere onveiliger worden.

Uitgedrukt in de extra benodigde afstand tot de perceelsgrens zijn de verschillen significant. Bijvoorbeeld bij de keuze voor een grenswaarde van 31 kW/m² op de perceelsgrens voor niet-industriegebouwen, variëren de afstanden van 0,5 m minder benodigde afstand, tot ca. 1 m extra benodigde afstand tov de huidige aanpak (spiegelsymmetrie).

Het stellen van meerdere grenswaarden voor verschillende situaties zou in principe de situatie iets kunnen verbeteren. Maar door de veelheid aan parameters die de stralingsintensiteit beïnvloeden (temperatuur brandruimte, dikte/lengte van uitlaande vlammen, breedte/hoogte gevelopeningen, openingspercentage, breedte/diepte verhouding brandruimte etc) is het praktisch onmogelijk om de grenswaarden daar goed op af te stemmen, zonder de achterliggende fysica in het model (de stralingsintensiteit bepaalt het risico op brandoverslag) volledig kwijt te raken.

Een andere oplossing om één veilige(r) grenswaarde van bijvoorbeeld 25 kW/m² voor alle gebouwen/functies te stellen is een mogelijkheid maar dat zal in de praktijk voor vrijwel alle gebouwen tot zeer grote veilige afstanden (oplopend tot meer dan 2,5 m extra afstand) leiden en betekent een veel minder efficiënt perceelgebruik. Die werkwijze wordt daarom niet geadviseerd.

5. Conclusie

Het doel van het onderzoek is om in het kader van de eisen aan de weerstand tegen brandoverslag te beoordelen of het stellen van eisen ten aanzien van stralingsintensiteit op de perceelsgrens ipv op het spiegelsymmetrische gebouw een haalbare optie is, zonder de mogelijkheden om een kavel te bebouwen significant in te perken of uit te breiden of het gemiddelde veiligheidsniveau te wijzigen.

De aanleiding voor het onderzoek is de constatering dat bij de bepaling van de weerstand tegen brandoverslag in sommige complexe situaties het spiegelen ten opzichte van de perceelsgrens niet goed mogelijk is¹. Het onderzoek betreft uitsluitend gebouwen die qua gebruiksoppervlakte van brandcompartimenten binnen het Bouwbesluit vallen. Voor grotere brandcompartimenten wordt verwezen naar de NEN norm die wordt ontwikkeld in het kader van 'beheersbaarheid van brand' als gelijkwaardige oplossing.

Het onderzoek toont aan dat het in principe mogelijk is om eisen te stellen aan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens ipv op het spiegelsymmetrische gebouw. Vanwege de verschillende fysische modellering in de NEN 6068 is het zinvol om onderscheid te maken tussen industriefuncties en overige functies ten aanzien van de te stellen grenswaarde. De grenswaarden voor de stralingsintensiteit op de erfgrans zijn zodanig gekozen dat benodigde 'veilige' afstand tussen gebouwen gemiddeld genomen niet wijzigt, maar voor individuele gebouwen kunnen significante verschillen in benodigde afstand optreden. Op basis van de resultaten en overwegingen van het onderzoek zijn twee principe-uitwerkingen mogelijk indien aanpassing van de huidige systematiek van spiegelsymmetrie in het Bouwbesluit is gewenst:

1. Hanteer de standaard spiegelsymmetrie-aanpak (zoals nu in het Bouwbesluit is voorgeschreven). Alleen voor die situaties waar geen spiegeling ten opzichte van de perceelsgrens mogelijk is¹, mag worden uitgegaan van de stralingsintensiteit op de perceelsgrens. Hanteer een grenswaarde van [26] kW/m² op de perceelsgrens voor industrie functies, en [29] kW/m² op de perceelsgrens voor niet-industrie functies.

De in deze optie gekozen iets lagere grenswaarden voor de intensiteit op de perceelsgrens ligt voor de hand om tot een veilige benadering te komen, en om te voorkomen dat bij situaties die eigenlijk wel 'gespiegeld' kunnen worden, de markt toch voor het (economische/onveiligere) alternatief kiest.

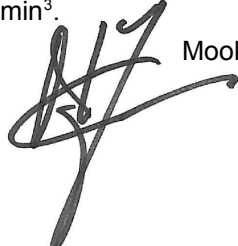
2. Stel uitsluitend eisen aan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens (en laat de spiegelsymmetrie vervallen). Hanteer een grenswaarde van [27] kW/m² op de perceelsgrens voor industriefuncties, en [31] kW/m² voor niet-industrie functies.²

Voor bestaande bouw wordt geadviseerd -om te voorkomen dat een deel van de bestaande voorraad niet meer aan de eisen zou voldoen- de huidige werkwijze met spiegelsymmetrie te handhaven, uitgaande van een wbo-eis van 20 min³.

Dit rapport bestaat uit:

15 pagina's.

3 Bijlagen



Mook,

1 Het aantal situaties in de praktijk waarbij een spiegeling niet goed mogelijk is, is naar verwachting klein. Bij de helpdesk voor het rekenprogramma voor brandoverslag Pintegraal is sinds 2004 niet één vraag gesteld over problemen met een spiegeling.

2 Indien de stralingsintensiteit op de erfgrans kleiner is dan 15 kW/m², dan wordt in alle gevallen zeker voldoende weerstand tegen brandoverslag gerealiseerd, echter dat is wel een zeer conservatieve grenswaarde (veilig). In het voorstel zijn de grenswaarden voor de toegestane stralingsintensiteit op de erfgrans zó gekozen, dat het huidige gemiddelde niveau gehandhaafd blijft.

3 Voor bestaande gebouwen (na 1992) doen de problemen met het spiegelen zich naar verwachting ook niet voor, er van uitgaande dat bij vergunningverlening al een beoordeling NEN 6068 (of gelijkwaardig) is uitgevoerd.

6. Bijlage: Discussie onveiligheid spiegelsymmetrie en 'perceelsgrens' methode

6.1. Inleiding spiegelsymmetrie

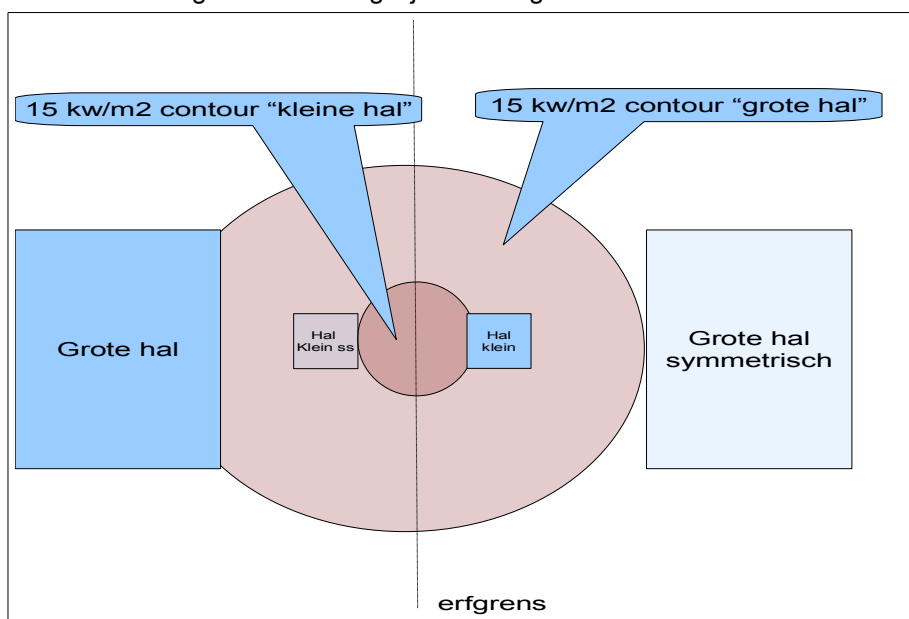
Bij spiegelsymmetrie is niet de werkelijke afstand tot een gebouw op het aangrenzende erf bepalend, maar de afstand tot een fictief spiegelsymmetrisch ten opzichte van de perceelsgrens gelegen gebouw. Deze spiegeling heeft plaats ten opzichte van het hart van de openbare weg, het openbaar water of het openbaar groen indien het perceel grenst aan die weg, dat water of dat groen.

Die werkwijze voorkomt dat de gebruiker die het eerst een bouwvergunning krijgt, alle vrije ruimte in beslag neemt, en dat de tweede aanvrager de benodigde veilige afstand (op zijn terrein) moet realiseren en een deel van zijn erf niet kan gebruiken, of dat de tweede aanvrager zijn gevel brandwerend moet uitvoeren, terwijl de eerste aanvrager geen voorzieningen hoeft te treffen.

De benodigde veilige afstand tussen gebouwen varieert afhankelijk van de afmetingen van het gebouw en het aantal gevelopeningen.

De veilige afstand tot een grote/hoge industriehal is groter dan de veilige afstand tot een kleine hal. Het nadeel van de spiegelsymmetrie methode is dat daardoor in de praktijk het veiligheidsniveau van de kleine hal lager kan zijn dan dat van de grote hal. Dat doet zich voor als er in de praktijk een kleine hal naast een grote hal (op het naastgelegen erf) staat.

De kleine hal mag op relatief korte afstand van de perceelsgrens gerealiseerd worden, terwijl de grote hal meer afstand moet houden. De kleine hal mag dus binnen de 'gevaarlijke' zone van de grote hal op het naburige erf worden gebouwd. In de onderstaande figuur is een dergelijk situatie geschetst.



6.2. Aanpak 'perceelsgrens'

Het stellen van eisen aan de warmtestralingsintensiteit op de perceelsgrens (ipv op een spiegelsymmetrisch gebouw) lost de in de vorige paragraaf geschetste situatie niet op.

Een kleine hal naast een grote hal op een aangrenzend erf, zal altijd -ook bij de perceelsgrens aanpak- een lager veiligheidsniveau bezitten dan de grote hal. Als de mening is dat de kleine hal (indien er een grote hal naast staat) niet 'veilig' genoeg is, dan kun je zwaardere eisen stellen, maar dat is van invloed op de gebruiksmogelijkheden van kavels (oneconomisch).

De vraag is of deze situatie ook wel opgelost hoeft te worden; uit statistieken is ons niet bekend dat dit aspect in de praktijk tot grote problemen leidt.

Daarnaast is er (z  r globaal/indicatief) enige logica te vinden in de huidige situatie: door de spiegelsymmetrie aanpak is het risico dat een brand in een kleine hal zich naar een grote hal uitbreidt kleiner dan dat een brand in een grote hal zich uitbreidt naar een klein halletje. In termen van risico-analyse is dat verband niet onredelijk gezien de grote(re) kostenconsequenties van een kleine brand die zich uitbreidt naar een grote hal.

Deze kwestie valt echter buiten het kader van de huidige opdracht.

7. Bijlage: Benodigde aanpassingen Bouwbesluit en NEN 6068

Om het stellen van eisen aan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens mogelijk te maken zullen zowel NEN 6068 als het Bouwbesluit moeten worden aangepast.

De benodigde aanpassingen zijn afhankelijk van de twee beschikbare werkwijze: nl optie 1: de 'perceelsgrensmethode' als toevoeging op de spiegelsymmetrie als spiegelen niet mogelijk is, of optie 2: het uitsluitend stellen van eisen aan de stralingsintensiteit op de perceelsgrens.

Afhankelijk van de gekozen optie moeten de NEN 6068 en het Bouwbesluit worden aangepast. In de volgende paragrafen is globaal ingegaan op de benodigde aanpassingen.

7.1. NEN 6068

De volgende inhoudelijk aanpassingen zijn minimaal nodig:

- Definities zoals bijv. (bedreigde) openingsvlakken e.d.
- Artikel 6.7

De voorwaarde voor de afstand tussen een gevelopening van de brandruimte en een tegenoverliggende gevel dient te worden aangepast als de perceelsgrensmethode wordt aangestuurd. De grenswaarden voor minimale afstand tot de perceelsgrens moet gelijk worden gekozen aan de helft van de oorspronkelijke grenswaarden om dezelfde veiligheid te realiseren.

- artikelen: 7.3.4.1

Bij het vaststellen van de bedreigde openingsvlakken, moet de gehele perceelsgrens worden beschouwd, als vanuit het Bouwbesluit de weerstand tegen brandoverslag naar de perceelsgrens wordt aangestuurd.

- artikel 7.3.5

Formulering aanpassen als de perceelsgrensmethode vanuit het Bouwbesluit wordt aangestuurd. Verschillende grenswaarden moeten worden gesteld voor brandruimten van een industrie functie of brandruimten van een 'niet-industrie' functie.

7.2. Bouwbesluit

In het Bouwbesluit moeten alle artikelen worden aangepast waar spiegelsymmetrie wordt genoemd. Als voorbeeld wordt Art 2.106.5 beschouwd.

Art 2.106.5 Oorspronkelijke tekst

Bij het bepalen van de weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag van een brandcompartiment van de gebruiksfunctie naar een brandcompartiment, een besloten ruimte waardoor een van brand en van rook gevrijwaarde vluchtroute voert, en een niet besloten veiligheidstrappenhuis van een gebouw op een aangrenzend perceel, wordt voor het gebouw op het aangrenzende perceel uitgegaan van een identiek doch spiegelsymmetrisch ten opzichte van de perceelsgrens gelegen gebouw. Deze spiegeling heeft plaats ten opzichte van het hart van de openbare weg, het openbaar water of het openbaar groen indien het perceel grenst aan die weg, dat water of dat groen.

Optie 1: Toevoeging:

Als voor een gebouw op een aangrenzend perceel spiegeling ten opzichte van de perceelsgrens niet goed mogelijk is, dient de beoordeling van de weerstand tegen brandoverslag plaats te vinden naar de perceelsgrens.

Optie 2: Vervanging van de tekst vanaf “wordt voor het gebouw.....” door de tekst:

Wordt voor het gebouw op het aangrenzende perceel uitgegaan van de weerstand tegen brandoverslag naar de perceelsgrens.

8. Bijlage: Toelichting Bouwbesluit en NEN 6068 (eisen en begrippen)

8.1. Inleiding

Voor de eisen aan de weerstand tegen brandoverslag (branduitbreiding door straling via de buitenlucht) wordt in het Bouwbesluit verwezen naar de methode in NEN 6068.

Bij de eisen en bepaling ten aanzien van de weerstand tegen brandoverslag speelt een aantal aspecten een rol, die in deze bijlage worden verduidelijkt. Het betreft de WBDBO-eis in het Bouwbesluit (60, 30 of 20 minuten) in relatie tot het verschil tussen bestaande bouw en nieuwbouw, alsmede het toepassen van een volledige of gereduceerde brand (NEN 6068).

8.2. Bouwbesluit

In het Bouwbesluit worden de eisen aan de weerstand tegen brandoverslag (wbo) gesteld in minuten. Standaard wordt uitgegaan van 60 min wbo.

Onder aanvullende voorwaarden mag in sommige gevallen worden uitgegaan van een lagere wbo-eis. Dat geldt bijvoorbeeld voor lage gebouwen, gebouwen met een lage permanente vuurbelasting, tijdelijke gebouwen en woonwagens waarvoor mag worden uitgegaan van een wbo van 30 min. Voor bestaande bouw mag normaal gesproken worden uitgegaan van een wbo van 20 minuten.

8.3. NEN 6068

8.3.1. WBO eis en brandduur

De wbo eis die in het Bouwbesluit wordt gesteld wordt in de NEN 6068 vertaald in een brandduur waar van moet worden uitgegaan. Dus de brandduur in minuten die in NEN 6068 wordt aangehouden, komt overeen met de in het Bouwbesluit vereiste wbo-eis in minuten. In het rekenmodel in de NEN 6068 komt een langere brandduur normaal gesproken tot uiting in hogere temperaturen en grotere vlammen, en zal dus resulteren in zwaardere voorzieningen (of grotere veilige afstanden) om de vereiste wbo te realiseren.

8.3.2. Volledige brand of gereduceerde brand

In de NEN 6068 wordt normaal gesproken uitgegaan van een volledige brand in de brandruimte: dwz de gehele ruimte staat in brand, en de maximale temperaturen die er gedurende die brand kunnen ontstaan worden in de berekeningen aangehouden.

Bij lage gebouwen met een gebouwhoogte van maximaal 20 m, mag echter de zogenaamde gereduceerde brand worden toegepast, die qua omvang slechts een deel

van de brandruimte omvat, en dus normaal gesproken kleinere veilige afstanden vereist om aan de betreffende wbo-eis te voldoen.

De exacte achtergrond van de werkwijze in de NEN 6068 is lastig te achterhalen, maar de werkwijze is onder meer gebaseerd op het idee dat bij een laag gebouw de repressieve inzet door de brandweer kansrijker is dan bij een hoog gebouw, en dat de gevolgen bij het falen van de 'compartimentering' minder groot zijn.

De keuze of er met de gereduceerde brand mag worden gerekend wordt door de NEN 6068 bepaald (afhankelijk van de gebouwhoogte⁴) en is onafhankelijk van de in het Bouwbesluit gestelde wbo-eis (60,30, of 20 min).

4 Als het gebouw is opgedeeld in secties met een hoogte van maximaal 20 m, mag ook worden uitgegaan van de gereduceerde brand. Voor details wordt verwezen naar de NEN 6068.